

**AKTUALISIERTE VERLETZUNGSMUSTER
UND BESCHÄDIGUNGSBILDER BEIM
FUSSGÄNGER - / PKW - UNFALL**

JÜRGEN MAX

1988

Disbui. München

1988



Aus dem Institut für Rechtsmedizin der Universität
München

Vorstand: Prof. Dr. med. Wolfgang Spann

**Aktualisierte Verletzungsmuster und Beschädigungsbilder
beim Fußgänger-/Pkw-Unfall**

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Jürgen MAX

aus

München

1988

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München

Berichterstatter: Priv. Doz. G. Beier

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. W. Spann

Mitbetreuung durch den promov. Mitarbeiter: Dr. E. Schuller

Dekan: Prof. Dr. med. Wolfgang Spann

Tag der mündl. Prüfung: 23. Februar 1988

Die vorliegende Arbeit wurde am 19. April 1911

abgeschlossen und ist dem Verfasser

übergeben.

Der Verfasser ist sich der Wichtigkeit der vorliegenden Arbeit bewusst und hat sich bemüht, dieselbe in der besten Weise darzustellen.

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis einer sorgfältigen Untersuchung und ist in der besten Weise darzustellen.

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis einer sorgfältigen Untersuchung und ist in der besten Weise darzustellen.

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis einer sorgfältigen Untersuchung und ist in der besten Weise darzustellen.

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis einer sorgfältigen Untersuchung und ist in der besten Weise darzustellen.

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis einer sorgfältigen Untersuchung und ist in der besten Weise darzustellen.

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis einer sorgfältigen Untersuchung und ist in der besten Weise darzustellen.

Die vorliegende Arbeit wurde am Institut für
Rechtsmedizin, München durchgeführt.

Herrn Prof. Dr. med. W. Spann danke ich für die Über-
lassung des Themas.

Besonders herzlich bedanken möchte ich mich bei Herrn
Dr. E. Schuller für die vielen wertvollen Ratschläge,
Anregungen und Gespräche.

Mein Dank gilt den Münchner Justizbehörden, insbeson-
ders den Herren Oberstaatsanwälten Blank und Heindl,
sowie Frä. Prummer und Herrn Trinkl, für die Erlaubnis
zur Auswertung der Unfallakten und die bereitwillige
Unterstützung.

Inhaltsverzeichnis

- I. Einführung**
- II. Theoretische Betrachtungen**
- III. Biomechanik**
- IV. Untersuchungsmaterial:**
 - 1. Auswahl der Fälle
 - 2. Methodik
- V. Fallvorstellung, Auswertung und Diskussion**
 - 1. Fallgruppe A
 - 2. Fallgruppe B
 - 3. Fallgruppe C
- VI. Vergleich und Diskussion der Fallgruppen;
Ergebnisse**
 - 1. Art und Häufigkeit bestimmter Verletzungen
 - 2. Anstoßstellen und Mechanik
- VII. Vergleich zu simulierten Unfällen**
- VIII. Schlußbemerkungen**
- IX. Zusammenfassung**
- X. Literaturverzeichnis**
- XI. Lebenslauf**

I. Einleitung

Im Jahr 1986 kamen ungefähr 8800 Menschen (1) durch Verkehrsunfälle auf Deutschlands Straßen zum Tod. Hier- von ist in Ortschaften die Unfallursache " Zusammenstoß Fußgänger - Fahrzeug " mit etwa 1400 Verkehrstoten (1) am häufigsten. Die Zahlen und damit die Bedeutung die- ser Unfallart dürften jedoch noch höher liegen, grös- senordnungsmäßig möglicherweise bis zu 10 % (2), da in der Statistik nur Fußgänger erfaßt werden, die binnen 30 Tagen nach dem Unfall sterben (entsprechend Einstufung 5/6 in der AIS - Skala) beziehungsweise durch ärztliche Fehleinschätzung des Kausalzusammenhan- ges und nichtmedizinische Verluste bei Behörden in der Erfassung und Weitermeldung der Statistik entgehen. Ebenfalls stellen Fußgänger den größten Anteil an Schwerverletzten (45 %) aus dem Kollektiv verun- glückter Personen bei Straßenverkehrsunfällen (3) dar. Der Analyse des Fußgänger - PKW - Unfalles kommt also, angesichts der hohen Zahl von Verletzten und Getöteten, große Bedeutung zu.

Über die Verletzungsmechanik bei den Fahrzeuginsassen gibt es eingehende Untersuchungen. Als Folge davon wurde eine Anzahl von Sicherheitseinrichtungen wie Sicherheitsgurte, Air - Bag, Nackenstützen, gepolster- ter Innenraum, Knautschzone usw. entwickelt. Auch für

den Fußgängerunfall wäre eine Verminderung des Unfallrisikos etwa durch konstruktive Maßnahmen am Fahrzeug denkbar.

Dafür ist jedoch eine genaue Kenntnis des Bewegungsablaufes, der auftretenden Belastungen und der daraus resultierenden Verletzungen des Fußgängers sowie Beschädigungen am Fahrzeug notwendig. Diese Kenntnisse sind auch die Voraussetzungen für eine gerichtsmedizinische Begutachtung von Fußgängerunfällen, sowie für die Unfallrekonstruktion und Klärung der Schuldfrage.

Es ist heute eine unbestrittene Tatsache, daß die Gestaltung der Fahrzeugfront in Verbindung mit der Körpergröße des Fußgängers einen wesentlichen Einfluß auf den Unfallablauf und damit das Verletzungsbild der Fußgänger hat.

In dieser Arbeit sollen Verletzungsmuster und Beschädigungsbilder beim Fußgänger - PKW - Unfall nebeneinander dargestellt werden. Es wurden nur tatsächliche Unfälle analysiert, da schon genügend Veröffentlichungen über

- die mathematische Simulation des Bewegungsauflaufes
- den Versuch mit antropomorphen Puppen oder Leichen
- die experimentelle Bestimmung der Toleranzen des menschlichen Körpers oder seiner Teile

beim Fußgänger - PKW - Unfall existieren. Von der Automobilindustrie werden immer aerodynamischere Fahrzeugkonturen entwickelt, sowie den Aspekten der " äusseren

Sicherheit des Fahrzeuges " immer mehr Beachtung " geschenkt. In der vorliegenden Arbeit soll auch untersucht werden, inwieweit diese Änderungen bei dem Fußgänger - PKW - Unfall Auswirkungen zeigen.

II. Theoretische Betrachtungen

Durch Anfahren mit der Front des Fahrzeugs passieren 84 % der Fußgängerunfälle (Voll - oder Teilstoß). Häufigster Typ ist der Vollstoß. Der Fußgänger wird dabei von der Fahrzeugvorderkante erfaßt und annähernd auf Fahrzeuggeschwindigkeit gebracht; der Stoß erfolgt hauptsächlich in Fahrtrichtung. Beim Teilstoß (= Streifstoß) wird der Fußgänger zwar auch von der Fahrzeugvorderkante erfaßt, aber soweit aussen, daß er nicht stark nach vorne geschleudert wird, sondern mehr entlang gleitet. Der Übergang zum Vollstoß ist fließend.

Nach KÖHNEL und RAU (4) kann der Anstoß folgend beschrieben und definiert werden:

- Primärstoß: beim Stoß durch das Fahrzeug wird der Fußgänger annähernd auf Fahrzeuggeschwindigkeit gebracht! Aufprall auf das Fahrzeug.
- Sekundärstoß: Aufprall auf der Straße.
- Tertiärstoß: Aufprall gegen ein Hinderniß, Überfahren.

Beim Primärstoß wird kinetische Energie aufgebracht, die beim Sekundär- bzw. Tertiärstoß wieder vernichtet werden muß. Der Aufprall besteht immer aus den drei Phasen: Kontakt, Flug, Rutschen; die jedoch signifikant von den Parametern Fahrzeugform und Fahrzeuggröße



abhängen.

Es erscheint sinnvoll, daher die Kollisionspartner in Gruppen entsprechend der Relation der Stoßpunkthöhe (= Anstoßhöhe beim Fußgänger: h_A) beim Unfallfahrzeug zur Körperschwerpunkthöhe (h_{KSP}) beim Verunfallten einzuteilen (nähere Erläuterungen unter IV 2.):

$$x \% = \frac{h_A \times 100}{h_{KSP}}$$

Typ A. Schwerpunktnaher Anstoß: 100 - 90 %

Hier wird der Fußgänger primär in der ganzen Körperlänge großflächig oder relativ nahe dem Körperschwerpunkt von der Fahrzeugfront erfaßt.

Typ B. Schwerpunktferner Anstoß: 90 - 73 %

Der Körper, insbesondere die unteren Extremitäten wickeln sich während der primären Stoßphase um den Fahrzeugbug; an der Schürze unterhalb des Stoßfängers können dabei Beulen entstehen. Die Anhebung des Schwerpunktes und der Drehimpuls sind nicht so ausgeprägt und setzen erst bei höherer Anstoßgeschwindigkeit ein, was auch zu einem späteren Erreichen der Windschutzscheibe durch den Kopf führt.

Typ C. Tiefer Anstoß: ≤ 72 %

Hier erfolgt der Hauptanstoß durch die Haubenvorderkante oder den Stoßfänger recht weit

unterhalb des Körperschwerpunktes. Oberkörper und Beine bewegen sich zunächst - relativ - zum Fahrzeug hin. Bevor jedoch Rumpf und Kopf aufprallen, bewegen sich die Füße vom Fahrzeug weg (in Fahrtrichtung). Das Zweistabmodell des menschlichen Körpers (siehe Abb. 1) wird hier aus physikalischen Gründen zum Ein - stab. Der Fußgänger rotiert in gestreckter Haltung (besonders beim Anstoß von lateral) um die Haubenkante. Die Aufschlaggeschwindigkeit des Kopfes ist kleiner als die Kollisionsgeschwindigkeit. Je nach Haubenlänge und Körpergröße prallt der Kopf auf Haube, Windlauf, Scheibenrahmen, Scheibe oder Dachkante. Kopf- und Rumpfaufprall erfolgen nicht unmittelbar beim Anstoß, sondern mittelbar als Folge der Drehung. Mit zunehmender Kollisionsgeschwindigkeit kann die Abstützung über Schulter und Kopf zu einem ausgeprägten Anheben des Schwerpunktes führen, sodaß dieser über Dachhöhe gelangen kann.

Da das Fahrzeug in der Regel spätestens nach dem Primärstoß abgebremst wird, bleibt es hinter dem Fußgänger zurück. Dieser prallt schließlich auf die Straße und kommt dort zur Ruhe. Als Stoßangriffspunkt (entspricht der Anstoßhöhe) wird die vordere Haubenkante des

Unfallfahrzeuge definiert. Der Schwerpunkt des Menschen in aufrechter Haltung liegt bei 57 % seiner Körpergröße, von der Fußsohle aus gemessen (n. DÖSCHL (5)). Während der Anteil der Rotationsenergie beim Vollstoß durch den Oberkörperaufprall zum Teil abgebaut wird, vergrößert sich der Anteil der Translation durch den Kontakt Oberkörper - Haube. Da das Einstabmodell des Fußgängers eine zu starke Vereinfachung darstellt, finden theoretische Untersuchungen zunehmend am Zweistabmodell (BEIER (6); siehe Abb. 1) statt.

Nach KÖHNEL und RAU (4) wird bei Geschwindigkeiten über 30 km/h der beim Hüftstoß aufgebrachte Drehimpuls durch den Aufschlag des Oberkörpers und Kopfes auf die Haube nicht mehr aufgehoben, und es kommt zu einer Anhebung des Schwerpunktes. Je weiter der Stoßangriffspunkt unterhalb des Schwerpunktes angreift, umso stärker ist die Anhebung ausgeprägt. Daraus resultiert die Wurf- bzw. Fallhöhe nach dem Primäranprall.

Die Aufwurfweite hängt ab vom Fahrzeugtyp, der Körpergröße und der Anstoßgeschwindigkeit. Je niedriger das Fahrzeug bezüglich der Körperlänge ist, umso näher liegt die Kopfbeule am gefährlichen Scheibenrand (GLÖCKNER (7)). Mit steigender Kollisionsgeschwindigkeit nähert sie sich ebenfalls dem Scheibenbereich, wenn auch unterschiedlich schnell. Bei keilförmigen

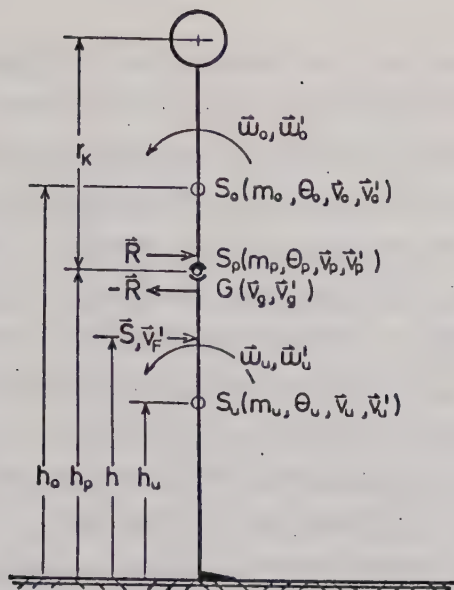


Abb. 1: Zweistabmodell des menschlichen Körpers, bestimmt durch die Massen m_o , m_u , m_p , die Trägheitsmomente um die horiz. Schwerachsen o_o , o_u , o_p , sowie durch die Höhen h_o , h_u , h_p der Schwerpunkte s_o , s_u , s_p von Oberkörper (Index o), Unterkörper (Index u) und Gesamtkörper (Index p). In der Höhe h wirkt der Stoßantrieb $\vec{s}$ (= Änderung des Impulses). Dadurch erhält die Anstoßstelle die Geschwindigkeit des Frzg's nach dem Stoß $\vec{v}'_f$. Im Gelenk G wirken zwischen Ober- und Unterkörper die Reaktionskräfte $\vec{R}$. Der Bewegungszustand des Fußgängers ist gekennzeichnet vor dem Stoß durch die Geschwindigkeiten $\vec{v}_o$, $\vec{v}_u$, $\vec{v}_p$, $\vec{v}_a$ und die Drehgeschwindigkeiten $\vec{\omega}_o$, $\vec{\omega}_u$; nach dem Stoß durch die entsprechenden Größen $\vec{v}'_o$, $\vec{v}'_u$, $\vec{v}'_p$, $\vec{v}'_a$, $\vec{\omega}'_o$, $\vec{\omega}'_u$.

Fahrzeugen ist der Körpergrößen- und Geschwindigkeits- einfluß am ausgeprägtesten. Bis zu einer Kollisionsgeschwindigkeit von ca. 20 km/h prallt der Kopf unabhängig von der Fahrzeugform, abhängig nur von der Körpergröße immer an der gleichen Stelle auf. Danach nähert sich die Lage der Kopfaufprallstelle um ca. 1 cm je km/h höherer Aufprallgeschwindigkeit dem Scheibenbereich (4). Nicht unerwähnt sollen hier jedoch auch die Schwierigkeiten bleiben, die im realen Unfall mitunter bei der Identifizierung der Kopfbeule auftreten (z.B. komplette Zertrümmerung der Scheibe).

Wenn der Fußgänger sich seitlich zum Fahrzeug im Moment der Kollision bewegt, kann man zwischen dem Bereich des allerersten Kontaktes mit der Fahrzeugfront (Stoßfänger, Haubenvorderkante) und der Kopfaufprallstelle eine seitliche Verschiebung beobachten. Diese wird Beulenversatz genannt. Je schneller der Fußgänger geht, umso größer ist dieser in Gehrichtung. Berücksichtigt werden muß jedoch, daß mit steigender Kollisionsgeschwindigkeit auch die Zeit und damit der Weg des Kopfes bis zum Aufprall in Gehrichtung kürzer wird. Sowohl ein Anstieg der Beulentiefe als auch der Verletzungsschwere ist mit steigender Kollisionsgeschwindigkeit zu beobachten, wobei jedoch große Streuungen durch die jeweilig unterschiedliche Festigkeit der Struktur an der jeweiligen Aufprallstelle auftreten.

III. Biomechanik

Die Verkehrsunfallforschung muß interdisziplinär arbeiten, da ihre Ergebnisse wichtig für die Kraftfahrzeugtechnik, wie auch für die Gerichtsmedizin und Unfallchirurgie sind. Über die Belastbarkeit des menschlichen Körpers gibt es sehr viele Veröffentlichungen, die auf experimentellen Ergebnissen, wie auch auf realen Fakten beruhen. Eine Verletzung ist durch Art, Schwere und Lokalisation gekennzeichnet. Die Verletzungsschwere des Unfallopfers resultiert aus seinem Verletzungsmuster und den traumatischen Folgen.

Unfallbeteiligte Fußgänger besitzen meist multiple Verletzungen, wobei Weichteilverletzungen mit ihrer Häufigkeit an der Spitze stehen, gefolgt von Frakturen und Organverletzungen. Den Hauptanteil der Weichteilverletzungen bilden Hämatome und Schürfungen. Für die Bestimmung der Anstoßrichtung wird neben der Lage gewisser Weichteilverletzungen oftmals das keilförmig ausgesprengte Knochenfragment als Rekonstruktionsgrundlage herangezogen. Dessen Basis liegt immer auf der Seite der Gewalteinwirkung, was schon auf MESSERER's Untersuchungen in den Jahren 1880 - 1885 zurückgeht. SISOUSS et al. (1965) zeigten einen Compacta - Verlust zwischen dem 20. und 60. Lebensjahr in der Größenordnung von 40 %. Mit der Compacta - Dicke

hängt auch die Bruchfestigkeit des Knochens direkt zusammen, weil während des ganzen Erwachsenenlebens die Knochenhärte ziemlich gleich bleibt (10). Auch von der Stoßdauer und damit von der Aufprallgeschwindigkeit hängt die tolerierte Stoßbelastung sehr eklatant ab: unterhalb von 3 ms Stoßdauer werden um ein mehrfaches höhere Kraftspitzen bis zum Bruch benötigt (11). Je kürzer die dynamische Belastung (Größenordnung: wenige ms), desto höher ist die Erträglichkeit.

Scherkräfte treten bei sehr schneller Belastung über die Massenträgheit bevorzugt an der Halswirbelsäule auf, wenn der Kopf gegenüber dem Rumpf beschleunigt wird oder umgekehrt.

Die wichtigsten Einflußgrößen auf Verletzungsschwere und -muster bei Fußgängerunfällen mit primärer Anstoßstelle an der Fahrzeugfront sind neben dem Alter des Verunfallten (Konstitution, Geschlecht), die Konturform und die Anprallgeschwindigkeit des Unfallfahrzeuges.

Die Charakteristik jeder einzelnen Verletzung kann eine Aussage bezüglich ihres Entstehungsmechanismus liefern. Eine korrelierende Zuordnung ist jedoch erst bei Kenntnis von gesicherten Anprallstellen möglich.

IV. Untersuchungsmaterial

1. Auswahl der Fälle

Im Institut für Rechtsmedizin der Universität München wurden in den Jahren 1983 bis 1986 ca. 322 Leichen mit der maßgeblichen Todesursache Fußgänger - PKW - Unfall obduziert. Nach Sichtung dieser Obduktionsprotokolle konnten viele Fälle nicht berücksichtigt werden, da es sich entweder nicht um den verunfallten Fußgänger handelte oder der Fußgänger nach dem Erstunfall noch Folgeunfälle erlebt hatte (keine genaue Zuordnung der einzelnen Verletzungsmuster zum Fahrzeug möglich). So wurden zum Beispiel auch nur Fälle verwertet, in denen der Fußgänger sich unmittelbar vor der Kollision in aufrechter Körperhaltung befand und danach nicht mehr vom Fahrzeug überrollt wurde. Aufgrund seines seltenen Auftretens wurde ein Unfall mit zwei Fußgängern (F 52) in der Auswertung belassen. Den Obduktionsprotokollen wurden die Angaben über Alter, Geschlecht, Gewicht, Körpergröße, Todesursache, Anstoßrichtung und die Verletzungen im einzelnen entnommen.

Für die näheren Angaben zum Unfallgeschehen wurden die Akten der Staatsanwaltschaft, soweit erhältlich, eingesehen. In 90 Fällen lagen diese zur Untersuchung vor, wovon sich 76 als brauchbar erwiesen. Bei den entnommenen Angaben handelt es sich um Fabrikat und Modell des

Unfallfahrzeugs, den Unfallhergang, die Anstoßstellen (aus Sachverständigen - Gutachten, den Polizeibericht und Lichtbildern der Unfallfahrzeuge) und der Bremsungszustand im Moment der Kollision (gebremst / ungebremst). Die Kollisionsgeschwindigkeit wurde aus den Angaben der Unfallbeteiligten oder aber meist aus unfallanalytischen Gutachten entnommen und in der vorliegenden Arbeit folgendermaßen kenntlich gemacht:

- (a) --- aus eigenen Angaben bzw. Zeugenaussagen
- (b) --- vom Gutachter abgeschätzt, unter Berücksichtigung der Fahrzeugbeschädigung (Aufwurfweite) und der Verletzungen des Fußgängers unter Zuhilfenahme vergleichbarer Unfälle.
- (c) --- vom Gutachter errechnet, unter Berücksichtigung von: Blockierspur, Schwellzeit der hydraulischen Bremsanlage, Vollbremsverzögerung (durchschnittlich oder gemessen), Spurenknick, Lage des Splitterfeldes

Diese Auswertung stützt sich somit auf 76 Fußgänger - PKW - Unfälle mit tödlichem Verlauf für den Fußgänger. Diese wurden in die, unter Punkt II bereits näher beschriebenen, 3 Fallgruppen unterteilt, wobei die Aufteilung folgende Fallzahl pro Gruppe ergab:

Gruppe Typ A: 10 Fälle (100 - 90 %)

Schwerpunktnaher und flächiger Anstoß

Gruppe Typ B: 33 Fälle (90 - 73 %)

Schwerpunktferner Anstoß

Gruppe Typ C: 33 Fälle (≤ 72 %)

Tiefer Anstoß

Fahrzeuge machen je nach Federungskomfort und Zustand der Stoßdämpfer eine mehr oder minder starke Nickbewegung beim Bremsen, wobei sich Stoßstange und Motorhaubenkante der Fahrbahn nähern. Für gebremste Fahrzeuge wird daher die Stoßangriffshöhe um 10 cm der Fahrbahn genähert und so für die Fallgruppenzuordnung berücksichtigt.

Zwei graphische Darstellungen orientieren über die Verteilung von Kollisionsgeschwindigkeit, Alter und Geschlecht der verunglückten Fußgänger; Parameter die neben der Unfallmechanik großen Einfluß auf Art und Schwere der Verletzungen haben und bei der Bewertung der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen.

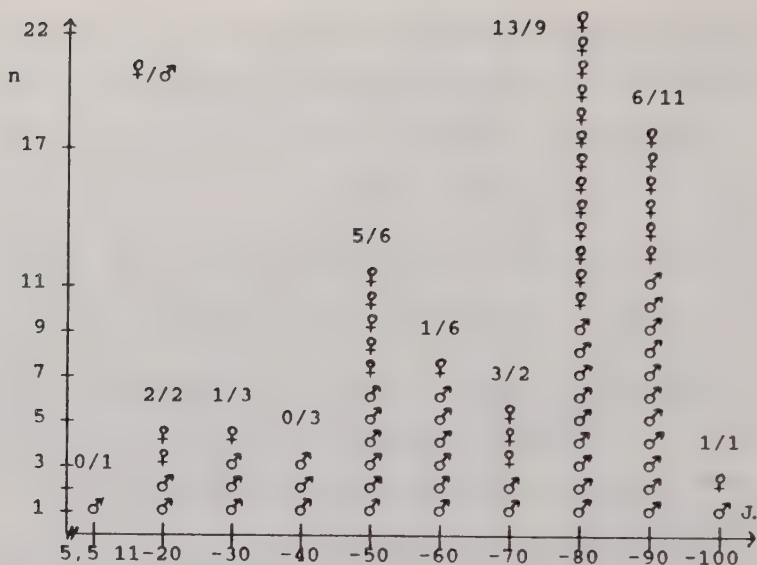


Abb. 2 : Alters- und Geschlechtsverteilung im Gesamtkollektiv

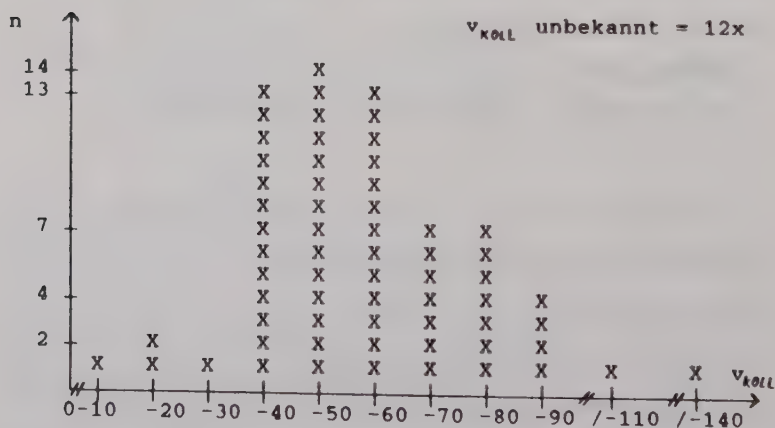


Abb. 3 : Verteilung der Kollisionsgeschwindigkeiten im Gesamtkollektiv

2. Methodik

Die Beschädigungsbilder und Verletzungsmuster der Fahrzeuge bzw. der Fußgänger wurden anhand von Symbolen in Schemazeichnungen eingefügt. Liegt keine Original - Schemazeichnung des Unfallfahrzeuges vor, wurde eine selbst angefertigt.

Zur Vereinfachung der Beschreibung von Verletzungen werden folgende Symbole, die in eine Figur mit Vorder - und Rückansicht eingetragen sind, verwendet:

	Blutunterlaufung s.c. und / oder i.m.
	Schürfwunde
	Ablederung, Wundtasche
	Riß- oder Platzwunde, Hautdurchtrennung
	schwere Kontusion von Muskulatur oder Organ
	Fraktur
	Trümmerfraktur
	Luxation, Zerreißung eines Gelenkes
	Ruptur eines inneren Organs
	Kontusion des Gehirns (meningeale / ventrikuläre Blutung)
	völlige Abtrennung

Da die Zuordnung der Verletzungen zu ihrem Entstehungsort nicht immer eindeutig war, wurden in die Fallvorstellung auch solche Verletzungen mit einbezogen, die vom Straßenaufprall herrühren können.

Es sind, wie schon oben (in II und IV 1.) beschrie-

ben, 3 Fallgruppen gebildet worden, mit der Höhenrelation des Körperschwerpunktes zur Fahrzeugfront als Auswahlkriterium. Die Höhenmaße wurden den VDA - Typenblättern und den Arbeitsblättern der Fachzeitschrift "Der Verkehrsunfall" (1962 - 1986) sowie den Sektionsprotokollen entnommen. Die Übergänge zwischen den einzelnen Fallgruppen sind fließend. Die hier getroffenen Grenzwerte sind rein fiktiv und sollen nur einer besseren Übersichtlichkeit dienen. Innerhalb der einzelnen Gruppen wurde nach steigender Kollisionsgeschwindigkeit geordnet (Fälle mit unbekannter Kollisionsgeschwindigkeit wurden an das jeweilige Ende gestellt). Unfälle mit Oberwurf oder Streifstöße (Teilstöße) des Fußgängers werden jeweils besonders kenntlich gemacht.

In allen Fällen ist der Verletzungsfigur das Beschädigungsbild des Unfallfahrzeuges, welches nach Photos oder der genauen Beschreibung der Beschädigungen angefertigt wurde, gegenübergestellt. Je nach Bedarf wird der Frontansicht noch eine Aufsicht oder Seitenansicht beigelegt. Die Bedeutung der zur Darstellung verwendeten Symbole erläutert die nachstehende Übersicht:

-  Einbeulung
-  Stauchungszentrum
-  totale Splitterung der Windschutzscheibe
-  Splitterung mit Bruchzentrum in der Wss.

// Bruch

 Kratz-, Wischspuren

↗ Verbiegung (mit Pfeil: Richtung)

Die zugehörige Beschriftung enthält folgende Unfalldaten:

1. Alter, Geschlecht, Größe und Gewicht des Fußg.
2. Kollisionsgeschwindigkeit mit Erstellungsindex
(siehe IV 1. und unten) und Fahrzustand
(sofern nicht anders angegeben, wurden diese Daten dem Unfallgutachten entnommen); Anstoßhöhenrelation (%)
3. Bewegung des Fußgängers (bezogen auf die Fahrtrichtung des PKW's); Bremszustand des PKW's im Moment der Kollision
4. Anstoßrichtung (bezogen auf den Fußgänger; soweit nicht anders angegeben, aus den gerichtsmedizinischen Gutachten)
5. Todesursache
6. falls vorhanden: Wurfweite, Überwurf, Streifstoß
Besonderes: z.B. Blutspuren am Dach

Verwendete Abkürzungen: Fg = Fußgänger

Frzg = Fahrzeug

ZL = Zentrale Lähmung

LE = Lungenentzündung

HV = Herzversagen

HKV = Herz- /Kreislaufversagen

Zur Koll.-Geschw. (siehe auch IV 1.):

- (a) -- nach eigenen oder Zeugenaussagen
- (b) -- vom Gutachter vergleichend abgeschätzt
- (c) -- vom Gutachter berechnet

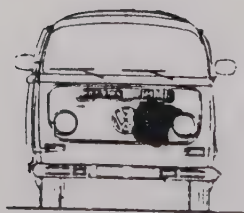
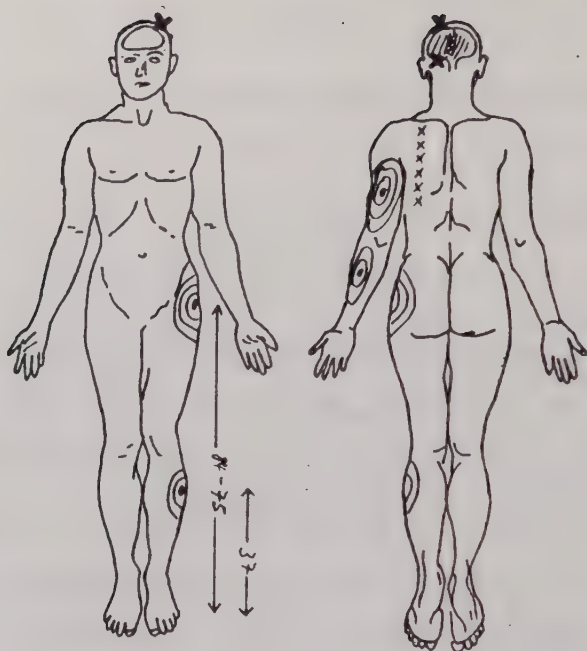
In den den Abbildungen einer Fallgruppe jeweils voraus-
gehenden Textteilen wird versucht, eine Charakteristik
der Verletzungsmuster und Beschädigungsbilder, sowie
evt. Besonderheiten der Gruppe zu nennen. Nachgestellt
werden schließlich die relativen Häufigkeiten wichtiger
Verletzungen, nach Körperregionen geordnet, sowie eine
Untersuchung des Einflusses der Kollisionsgeschwindig-
keit auf das Verletzungsmuster und Beschädigungsbild.

1. Verletzungsmuster und Beschädigungsbilder der
Fallgruppe A (10 Fälle) dazu Abb. 4 - 13

Charakteristik: Schwerpunktnaher (100 - 90 %)
und/oder großflächiger Anstoß

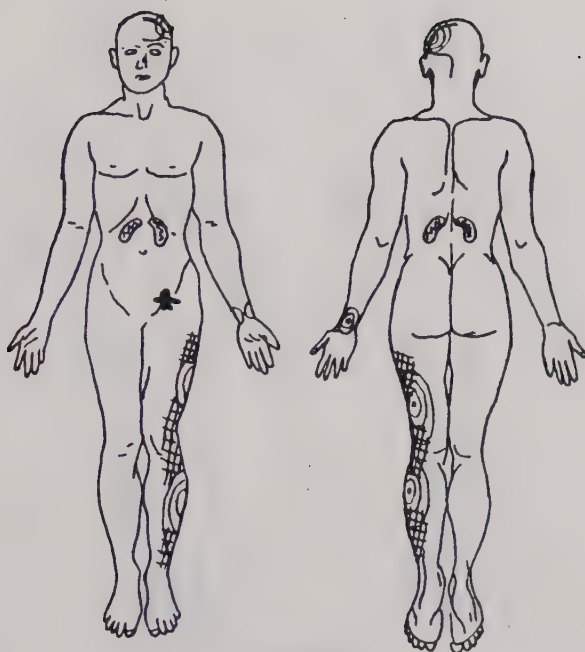
In 7 Fällen waren Fahrzeuge mit Kastenform beteiligt, in den restlichen 3 Fällen hatten PKW's in Pontonform, einmal mit einem Kind (F.69) und zweimal mit recht kleinen Fußgängern (F.26 + 10), Kontakt. Immer wurde der Verunfallte von lateral angefahren.

Da der Körper im Zentrum seines Gewichts getroffen wird, ist nicht mit einer Schwerpunktsanhebung sondern mit einem Wegschleudern in Fahrtrichtung oder zur Seite zu rechnen.



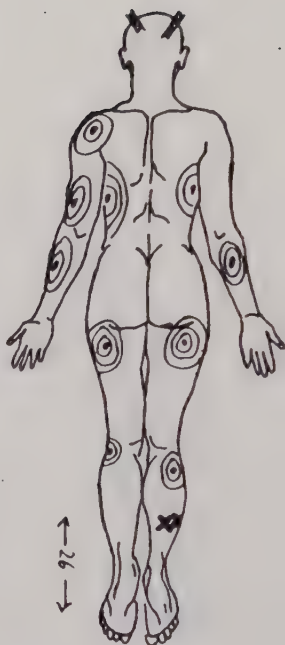
1. 72J; ♀; 160 cm; 80,0 kg
2. 20-30 km/h(b); 100 %
3. re - li; ungebremst
4. lateral li/ dorsal
5. LE
6. Zertrümmerung d. li. Kleinhirnhälfte

Abb.: 4, Fallgr.A, F.64



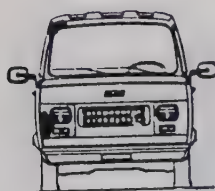
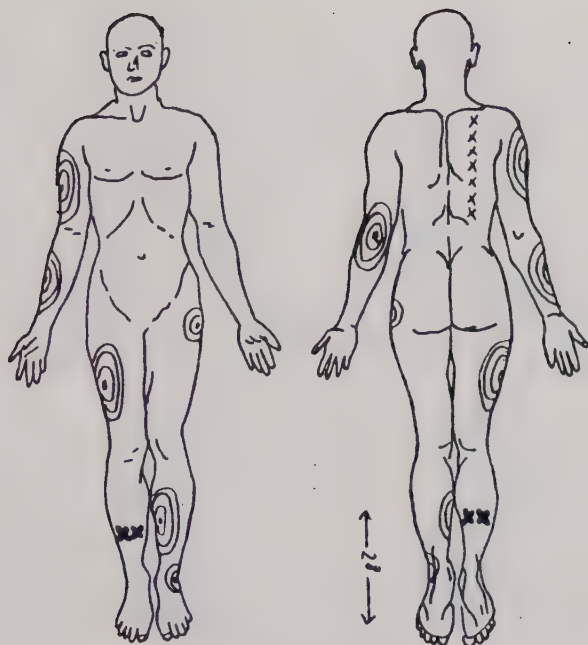
1. 96J; ♂; 168 cm; 65,9 kg
2. 30 km/h(b); 100 %
3. re - li; gebremst
4. lateral li
5. beginnende LE

Abb.: 5, Fallgr.A, F.7



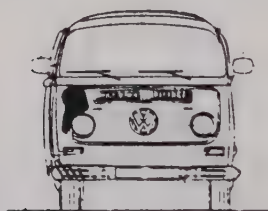
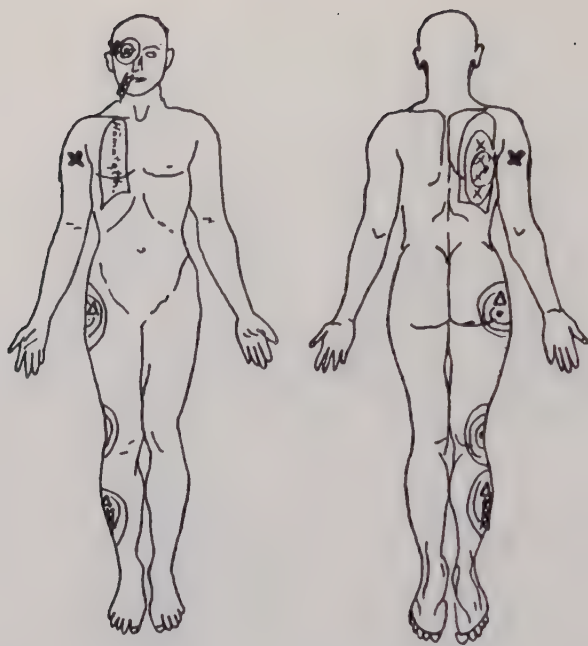
1. 89J; ♀; 154 cm; 54,5 kg
2. ? ; 100 %
3. re - li; gebremst
4. lateral li
5. LE

Abb.: 6, Fallgr.A, F.28



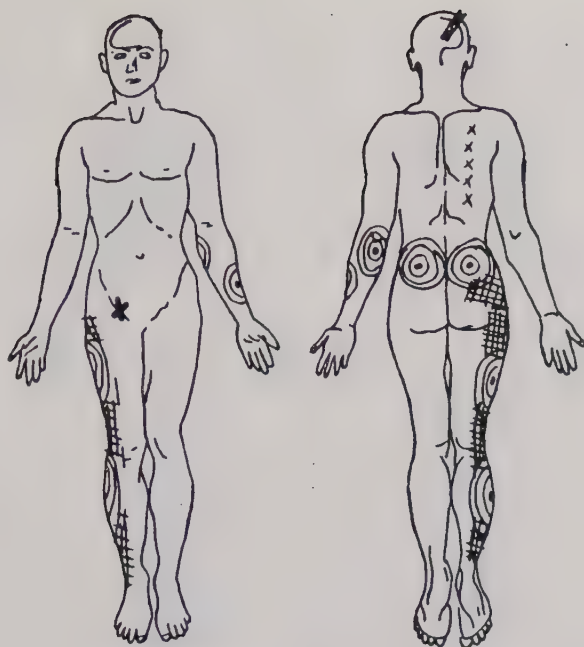
1. 79J.; ♂ ; 166 cm; 97,6 kg
2. ? ; 100 %
3. li - re; gebremst
4. latreal re
5. HKV

Abb. 7: Fallgr.A, F.63



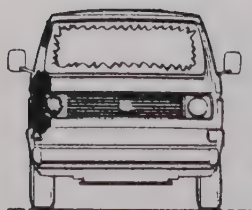
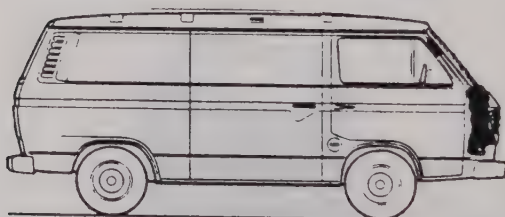
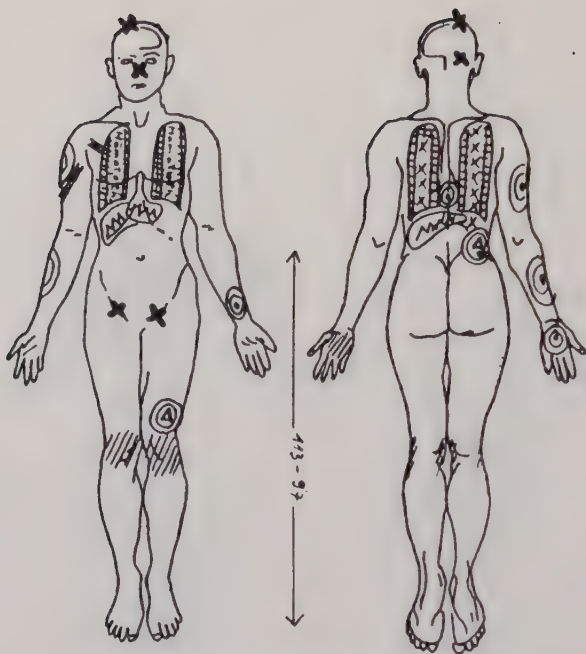
1. 86J.; ♀ ; 168 cm; 62,0 kg
2. 30-38 km/h(c); 100 %
3. li - re; gebremst
4. latreal re
5. HKV im traumat. Schock

Abb. 8: Fallgr.A, F.59



1. 74J.; ♀ ; 165 cm; 56,0 kg
2. 30-43 km/h(c); 100 %
3. li - re; ungebremst
4. latreal re/ dorsal
5. LE

Abb. 9: Fallgr.A, F.3



1. 47J.; ♂; 181 cm; 93,3 kg

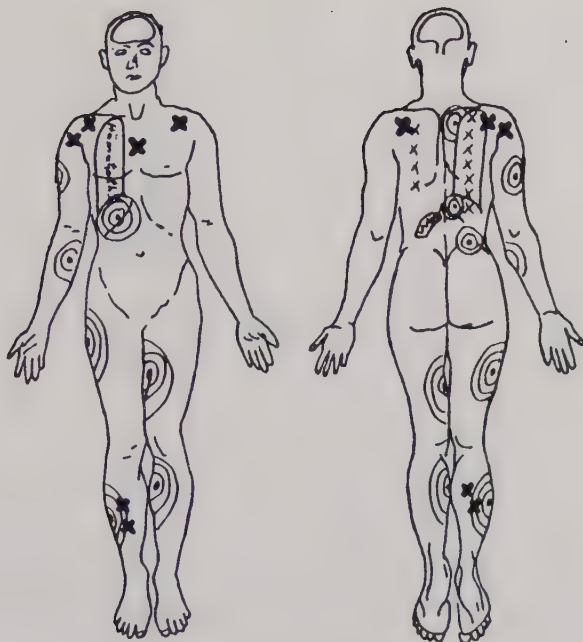
2. 40-43 km/h(c); 100 %

3. li - re; gebremst

4. lateral re

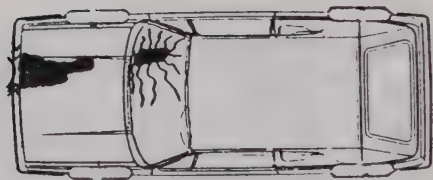
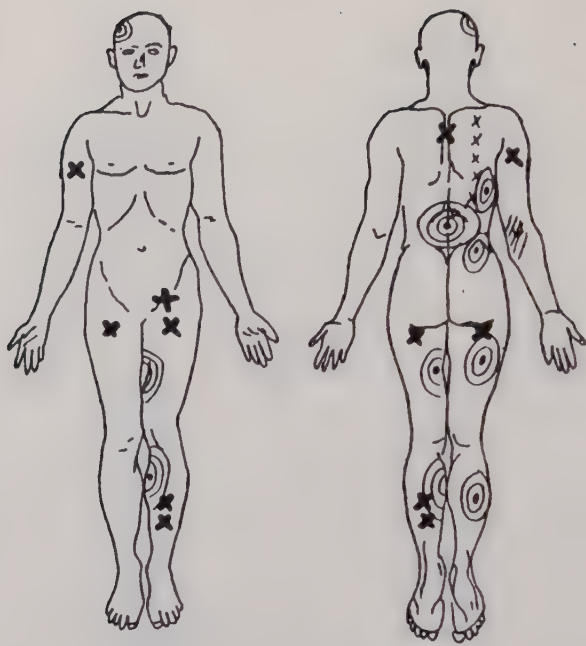
5. ZL bei Schanierbruch im Bereich der Schädelbasis

Abb. 10: Fallgr.A, F.54



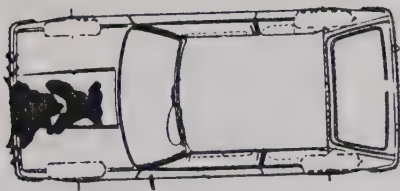
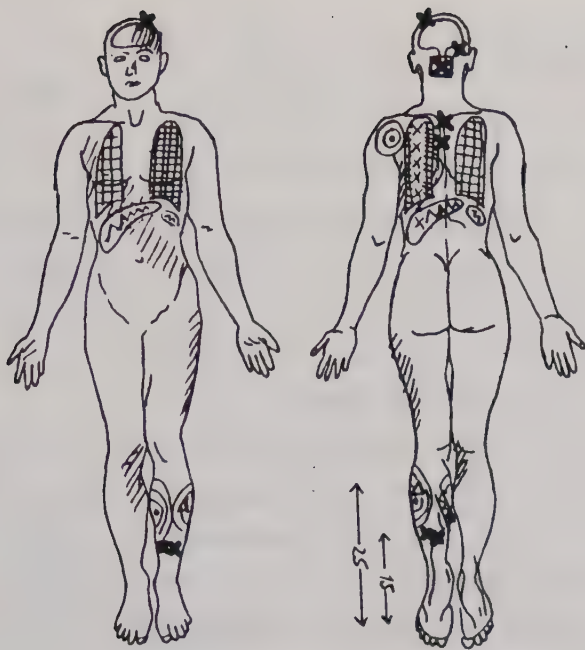
1. 71J.; ♀ ; 162 cm; 76,8 kg
2. 50-60 km/h(b); 98 %
3. li - re; ungebremst
4. lateral re (evtl. auch etwas frontal)
5. ZL bei Gehirnblutung

Abb. 11: Fallgr.A, F.26



1. 76J.; ♀ ; 158 cm; 55,7 kg
2. ? ; 99 %
3. li - re; 7
4. lat. re (primär am li. Bein)
5. LE

Abb. 12: Fallgr.A, F.10



1. 5,5J.; ♂; 114 cm; 19,5 kg
2. 84 km/h(c); 100 %
3. re - li; gebremst
4. lateral li
5. ZL
6. Kinderunfall

Abb. 13: Fallgr.A, F.69

Auswertung:

Kopf- und Halsregion: In 8 Fällen waren Kopfverletzungen nachzuweisen, wovon 4 zum Tode führten. In einem Fall wurde zusätzlich das Atl.- occip.- Gelenk gesprengt. Blutunterlaufungen sind in diesem Bereich die Regel. 4x kam es zu Platzwunden bzw. Hautdurchtrennungen. Die häufigste Kopfverletzung war die Gehirnkontusion (8x), gefolgt von Gehirnblutungen (5x) und Schädeldach- und -basisbrüchen (3x).

Thorax und Abdomen: Häufigste Verletzung ist hier die einseitige Rippenserienfraktur (6x, beidseitig 2x), wobei es 2x zu Rippendurchspießungen und genauso oft zur Lungenanspießung, begleitet von einem Hämatothorax, kam. Ergänzt wird das Verletzungsbild der Brustorgane durch 2 Lungenquetschungen und einen völligen Aortenabriss kurz vor dem Bogen (F. 54).

Beckenregion: Neben Hautabschürfungen, Hämatomen und Rißwunden kam es in 4 Fällen zu Frakturen, wobei in F. 10 die Schambeinfuge gesprengt wurde und in F. 54 gleich beide vorderen Schambeinäste brachen.

Extremitäten: Hier kam es, neben teilweise erheblichen Weichteilverletzungen, 5x zum Bruch von Schien- und Wadenbein. Die oberen Extremitäten frakturierten 3x.

Diskussion:

Entsprechend dem relativ hohen und teilweise großflächigen Anstoß sind die Verletzungen gleichmäßig über

alle Körperregionen verteilt. Alle Anstöße ereigneten sich primär von lateral. Das Spektrum der Kollisionsgeschwindigkeiten erstreckt sich von 20 - 85 km/h, wobei schon im unteren Geschwindigkeitsbereich schwere Kopfverletzungen und Serienrippenbrüche auffallen. Rip-peneinzelbrüche konnten hier in keinem einzigen Fall beobachtet werden. Zu einer Blutung in den Brust-fellraum kam es nur in Verbindung mit einer Lungenan-spießung durch gebrochene Rippen (F.59 + 54).

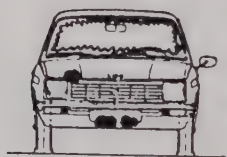
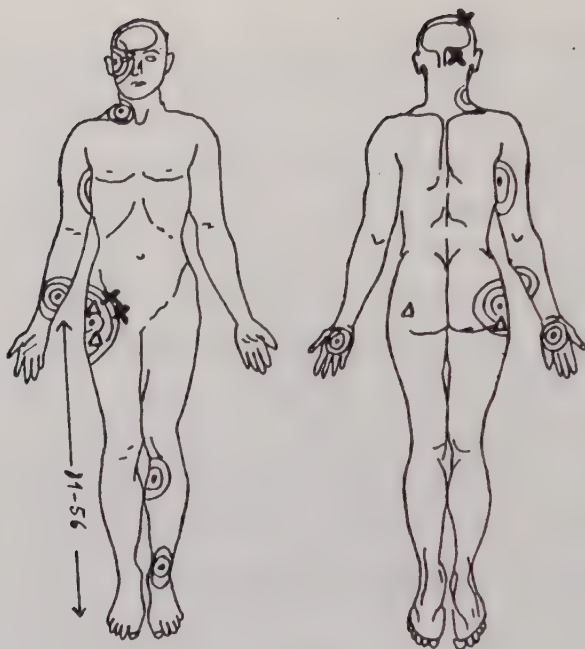
Frakturen verteilen sich gleichmäßig über die gesamte Körperlänge, ausgenommen ist nur der Oberschenkel (beidseitiger Oberschenkelschaftbruch nur in F. 10). Die Sprengung des Atl.- occip.- Gelenkes und der dop-pelte Brustwirbelsäulenbruch in F. 69 sind auf die hohe Kollisionsgeschwindigkeit zurückzuführen. Die beidsei-tigen Schambeinast- und Rippenserienbrüche in F. 54 hat sich der Verunfallte auf der rechten Seite durch den lateralen Anstoß und links wahrscheinlich durch den Straßenaufprall zugezogen.

2. Verletzungsmuster und Beschädigungsbilder der Fallgruppe B (33 Fälle) dazu Abb. 14 - 46

Charakteristik: Schwerpunktferner Anstoß (90 - 73 %)
Der erste Kontakt entsteht etwa im caudalen Beckenbereich bis etwa Mitte des Oberschenkels beim Fußgänger. Während der primären Stoßphase wickeln sich insbesondere beim Fußgänger die unteren Extremitäten um den Fahrzeugbug. Da der Drehimpuls noch gering ist, erreicht der Kopf erst bei höherer Kollisionsgeschwindigkeit die Windschutzscheibe. Die Schwerpunktanhebung setzt erst bei höherer Geschwindigkeit ein. Die Wirbelsäule wird durch starke Scher-/Zugkräfte infolge der kombinierten Dreh-/Translationsbeschleunigung des Oberkörpers beansprucht. Daraus resultiert zudem eine höhere Aufschlaggeschwindigkeit des Kopfes auf das Fahrzeug, als die Kollisionsgeschwindigkeit beträgt.
Die Alter der jüngsten Verunfallten lagen in dieser Gruppe bei 16 J. (F. 62), 17 J. (F. 14) und 15 J. (F. 68), das Hauptfeld (11x) jedoch zwischen 70 und 80 Jahren. Das weibliche Geschlecht ist im Verhältnis zum männlichen (19/14x) etwas häufiger vertreten. Das Gewicht der Fußgänger lag hauptsächlich (25x) in dem Bereich 40 - 70 kg.
Das Spektrum der Kollisionsgeschwindigkeiten in dieser Fallgruppe reicht von 20 - 140 km/h, wobei 4 Fälle mit unbekannter Kollisionsgeschwindigkeit nachgestellt

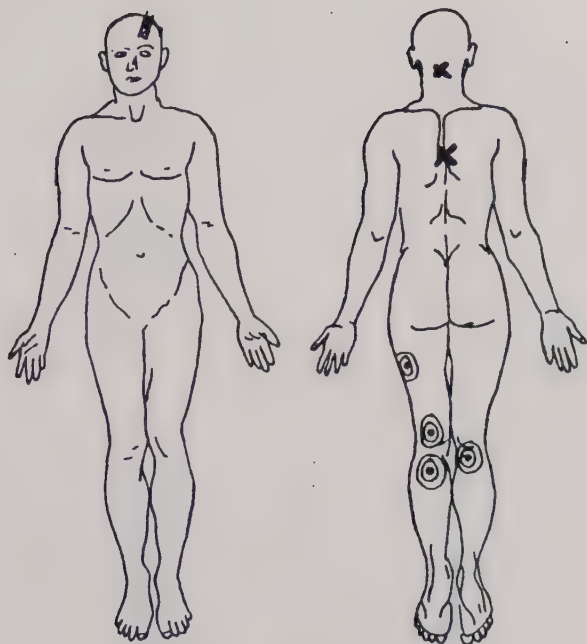
wurden. Es kam 4x zu einem Oberwurf von Fußgängern (F.32, F.5, F.36, F.52); im Letztgenannten waren es 2 hintereinander Gehende (wovon einer überlebte). Fall 61 war eine Streifkollision. Bei allen Unfällen wurde der Fußgänger von lateral angefahren, nur im Fall 34 von frontal und in Fall 42 von dorsal.

Auffälligste Verletzungen waren 2 Enthauptungen (F.34, F.50), sowie in Fall 14 eine Abtrennung des Schädeldaches mit doppelter Amputation eines Beines. Das Eindringen eines Fußgängers in den PKW - Innenraum ereignete sich in Fall 66 und 37, im Letzteren wurde dabei auch noch der Unterschenkel abgetrennt.



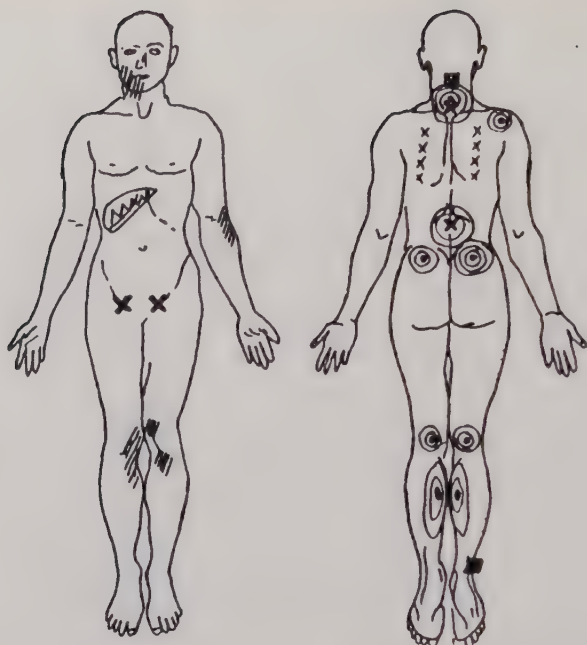
1. 77J.; ♀ ; 135 cm; 66,8 kg
2. 20 km/h(c); 75 %
3. li - re; gebremst
4. lateral re
5. LE
6. Kopfverl. durch Bordsteinkante

Abb. 14: Fallgr.B, F.76



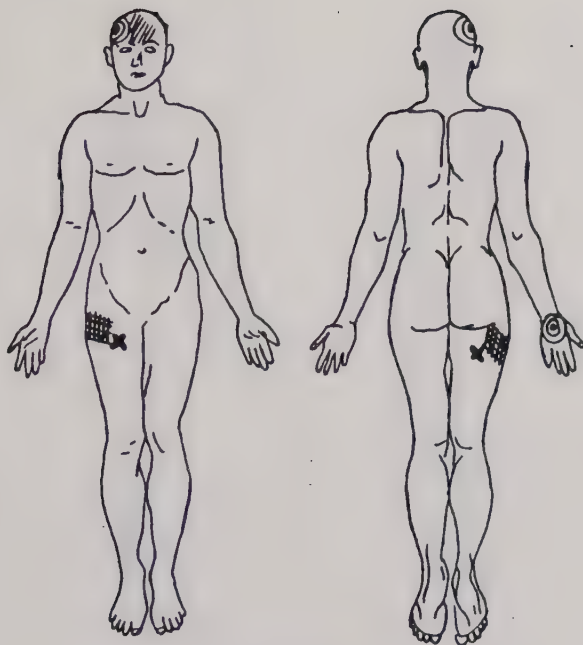
1. 82J.; ♀ ; 150 cm; 38,7 kg
2. 30-40 km/h(b); 76 %
3. re - li; gebremst
4. lateral li
5. LE

Abb. 15: Fallgr.B, F.12



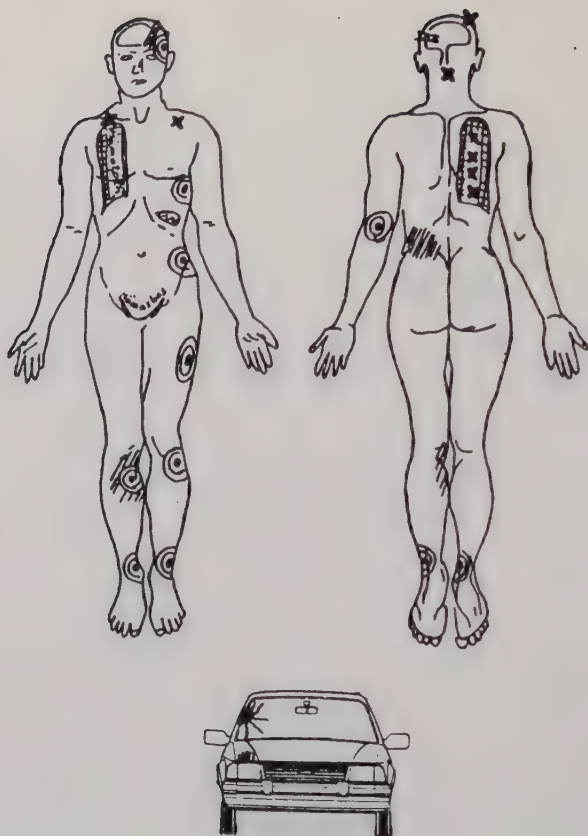
1. 74J.; ♀ ; 154 cm; 56,0 kg
2. 35 km/h(b); 85 %
3. re - li; ?
4. dorsal
5. ZL bei Halswirbelbrüchen

Abb. 16: Fallgr.B, F.42



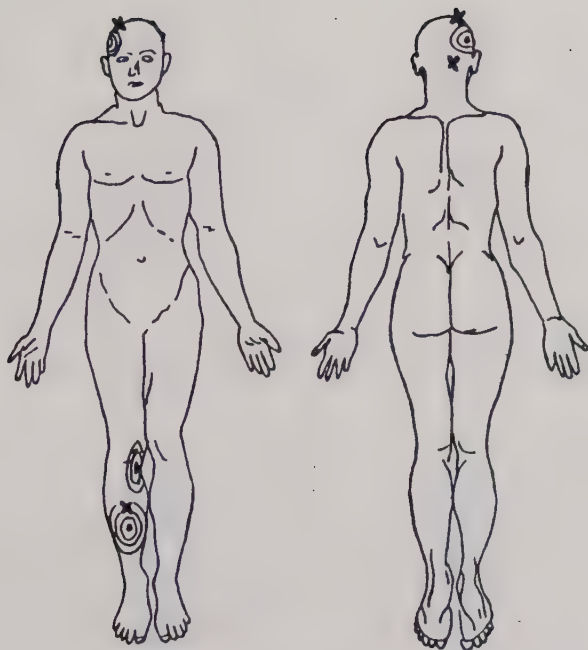
1. 86J.; ♀ ; 151 cm; 42,4 kg
2. 35-38 km/h(b); 81 %
3. li - re; ungebremst
4. lateral re
5. HKV im traumat. Schock
6. Schocklunge, -niere, Lungenödem

Abb. 17: Fallgr.B, F.2



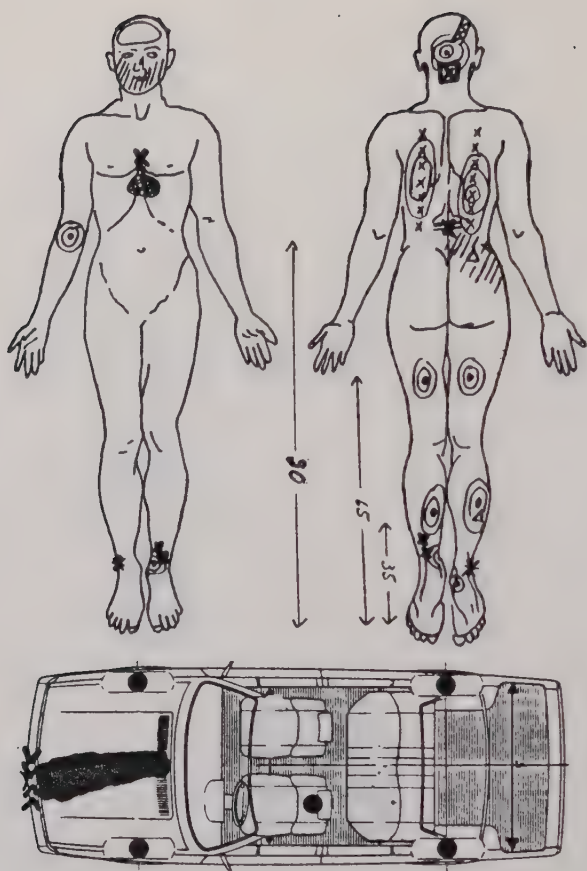
1. 42J.; ♀ ; 165 cm; 44,0 kg
2. 40 km/h(a); 77 %
3. li - re; ungebremst
4. lateral li
5. ZL bei Stammhirnblutungen nach
Schädeldach- u. -basisbrüchen

Abb. 18: Fallgr.B, F.31



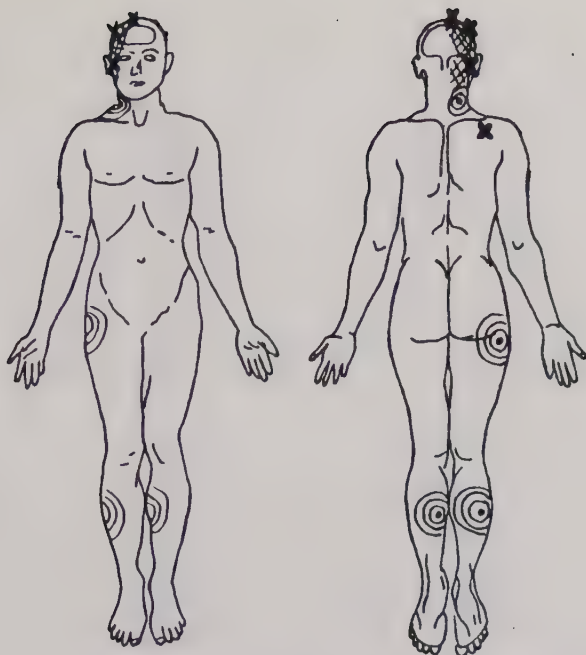
1. 81J.; ♂ ; 161 cm; 49,1 kg
2. 35-45 km/h(b); 76 %
3. li - re; ?
4. lateral re
5. HKV bei beg. LE(2 Mte später)
6. Eindringen des Fg in d. PKW

Abb. 19: Fallgr.B, F.66



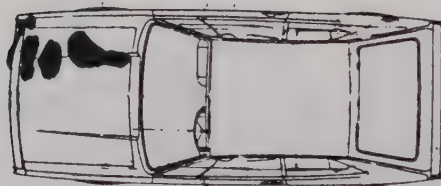
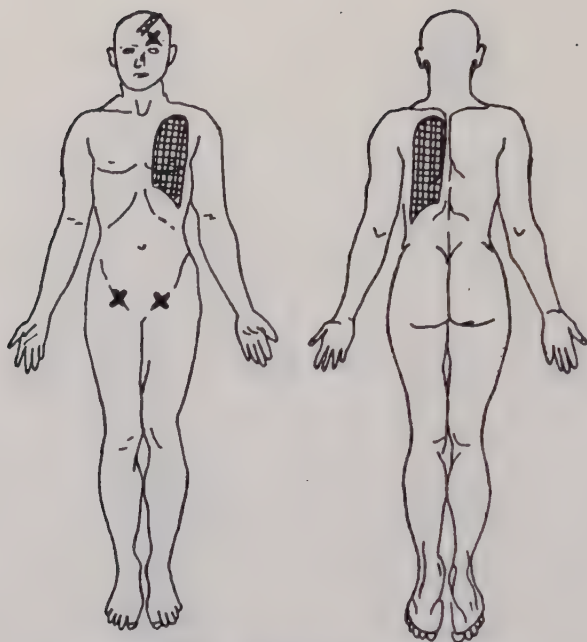
1. 62J.; ♂; 162 cm; 57,6 kg
2. 40-50 km/h(c); 76 %
3. schräg von li - re; gebremst
4. lateral re/ dorsal
5. ZL
6. Zerreißung zw. 12.BW u. 1.LW

Abb. 20: Fallgr.B, F.39



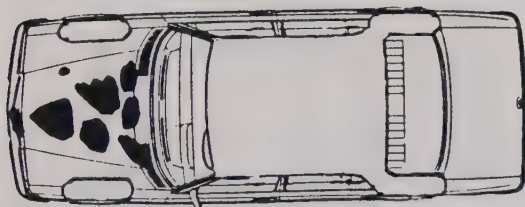
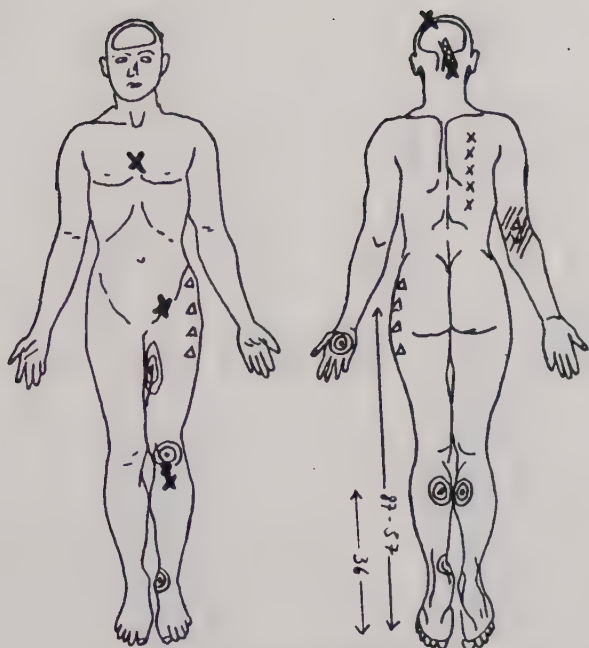
1. 47J.; ♀ ; 172 cm; 65,8 kg
2. 30-50 km/h(a); 77 %
3. schräg von li - re; ungebremst
4. lateral re/ dorsal
5. 2L

Abb. 21: Fallgr.B, F.1



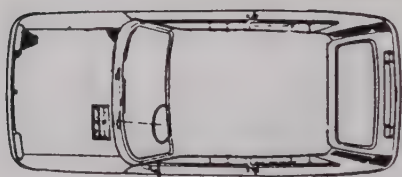
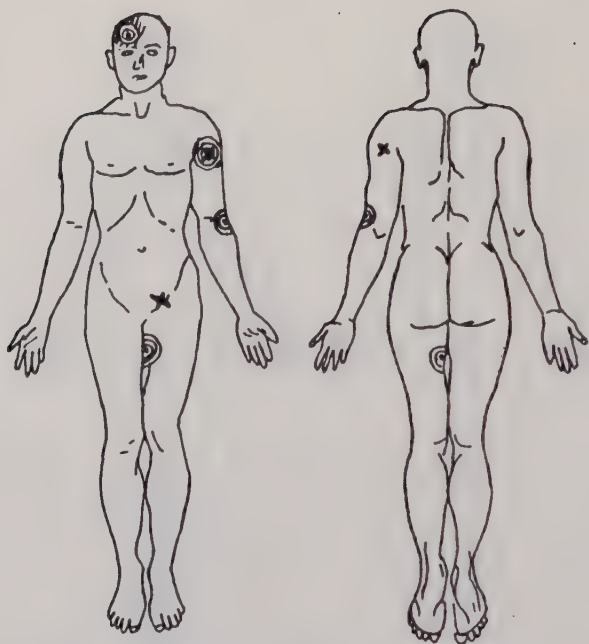
1. 41J.; ♀ ; 162 cm; 71,0 kg
2. 40-50 km/h(b); 79 %
3. re - li; ungebremst
4. lateral li
5. beginnende LE
6. geistig behind. Fg mit
Muskelatrophie

Abb. 22: Fallgr.B, F.17



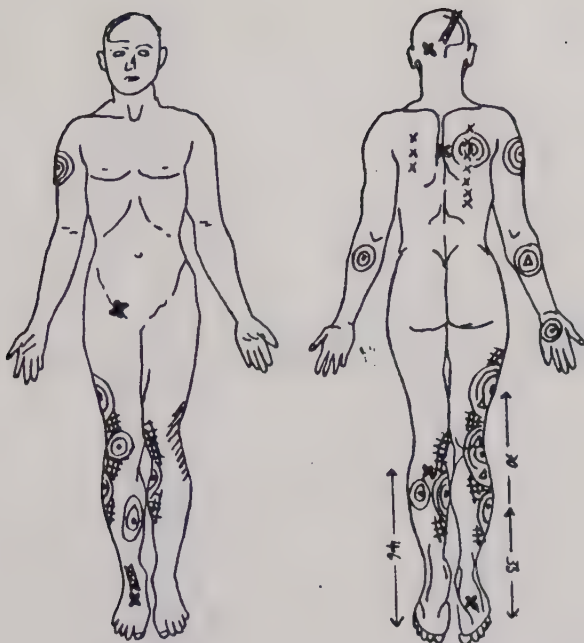
1. 83J.; ♀ ; 149 cm; 46,4 kg
2. 46 km/h(c); 82 %
3. re - li; gebremst
4. lateral li
5. ZL
6. flächige Ablederungen an
li. Hüfte

Abb. 23: Fallgr.B, F.44



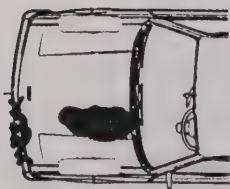
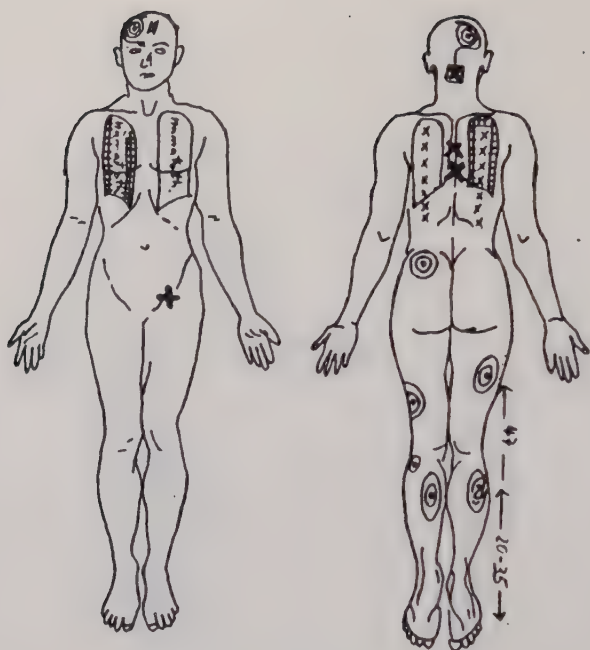
1. 16J.; ♀ ; 153 cm; 49,2 kg
2. 47,7 km/h(c); 86 %
3. re - li; ungebremst
4. lateral li
5. LE
6. Gehirnerschütterung

Abb. 24: Fallgr.B, F.62



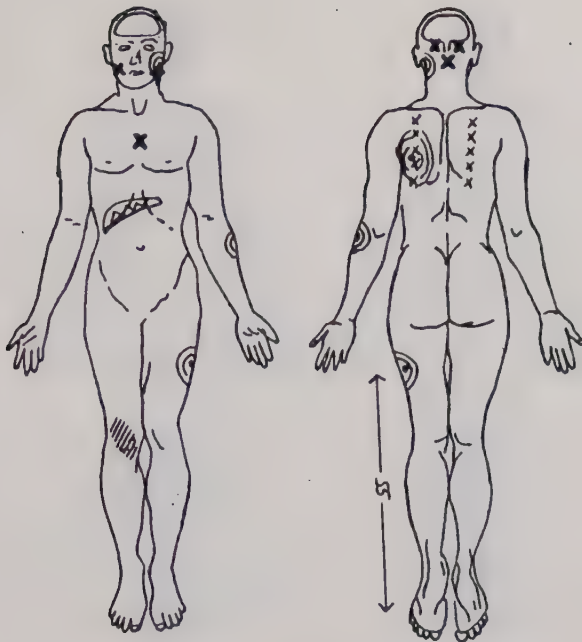
1. 72J.; ♀ ; 157 cm; 55,9 kg
2. 48-53 km/h(b); 81 %
3. li - re; ungebremst
4. lateral re
5. 2L
6. Fg evt. an li. Fzgseite
teilweise abgeglitten u.
dabei Zierleiste von
der Tür abgerißen

Abb. 25: Fallgr.B, F.49



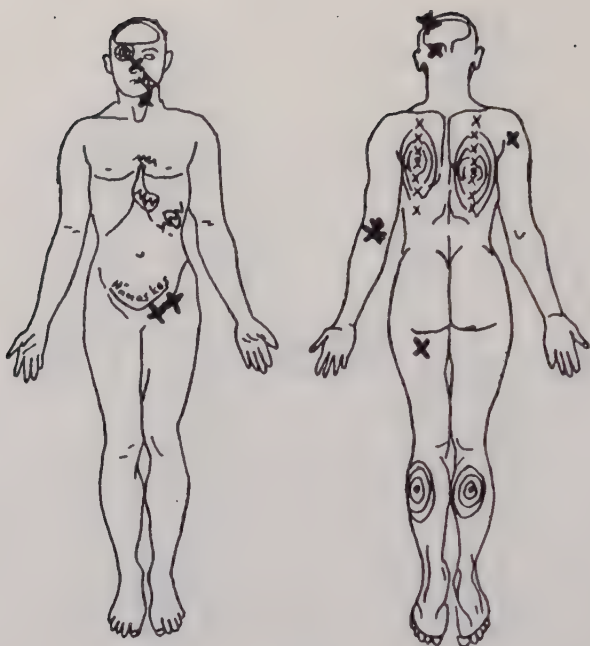
1. 77J.; ♀ ; 160 cm; 58,7 kg
2. ? ; 77 %
3. re - li (PKW-Fahrer);
ungebremst
4. lateral re / dorsal
5. ZL
6. Abriß d. Halswirbelsäule
von knöch. Schädelbasis;
Quetschung der Olive

Abb. 26: Fallgr.B, F.58



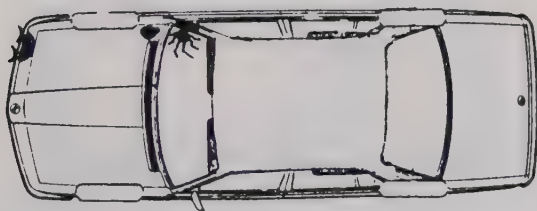
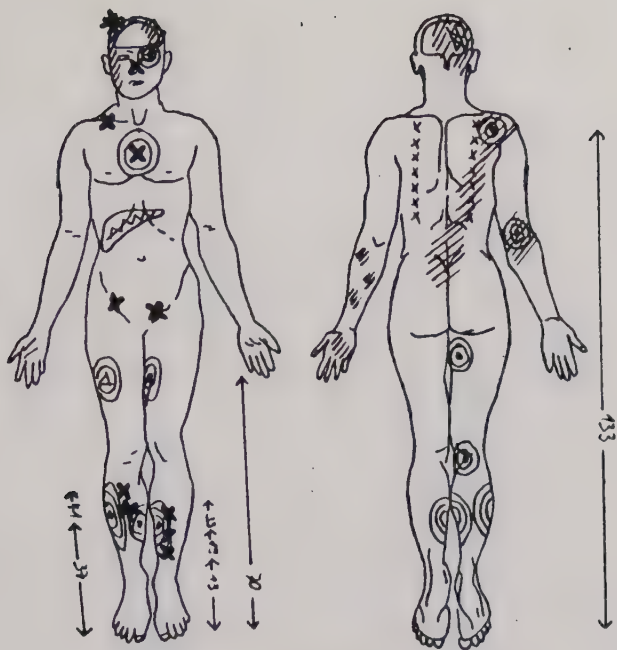
1. 56J.; ♀ ; 153 cm; 56,6 kg
2. 50 km/h(c); 83 %
3. re - li; ungebremst
4. lateral li(?), jedoch ohne
die typ. Verletzungen
5. ZL
6. Fg ist in re Front-Eckbereich
gerannt u. wurde streifend
erfaßt (TÜV)

Abb. 27: Fallgr.B. F.33



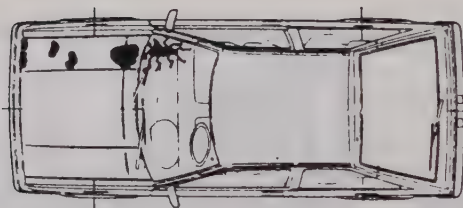
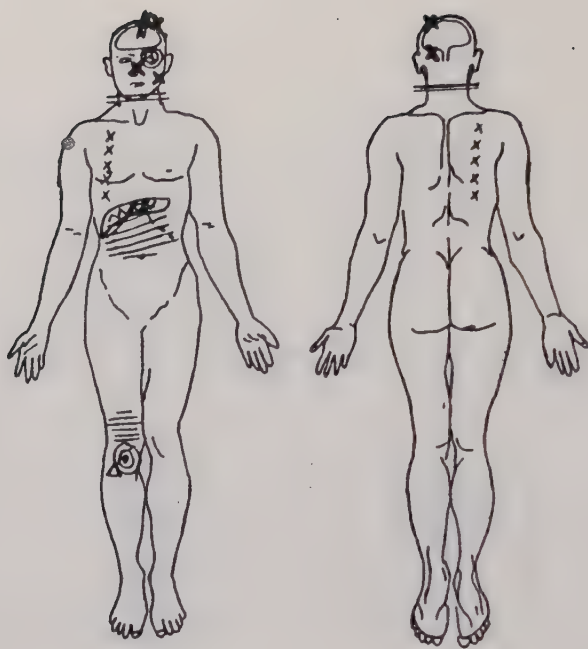
1. 54J.; ♂ ; 166 cm; 55,6 kg
2. mind. 50 km/h(b); 77 %
3. re - li; ungebremst
4. lateral li
5. ZL

Abb. 28: Fallgr.B, F.18



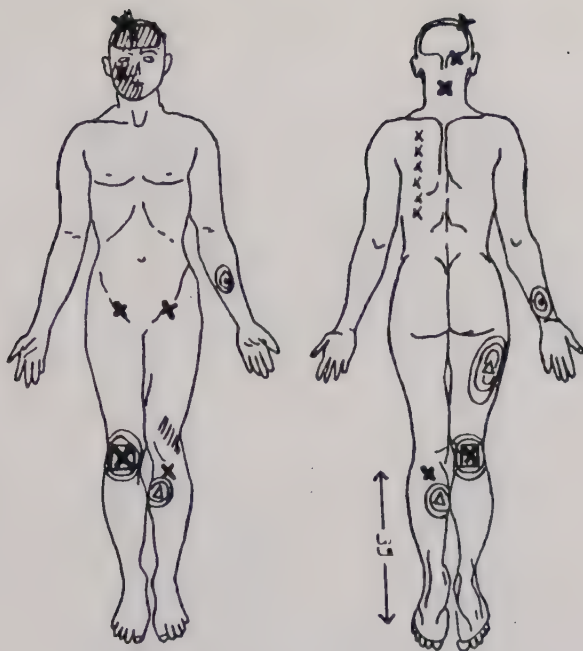
1. 46J.; ♂; 166 cm; 74,4 kg
2. 50-60 km/h(c); 79 %
3. li - re; ungebremst
4. lateral re / frontal
5. ZL

Abb. 29: Fallgr.B, F.71



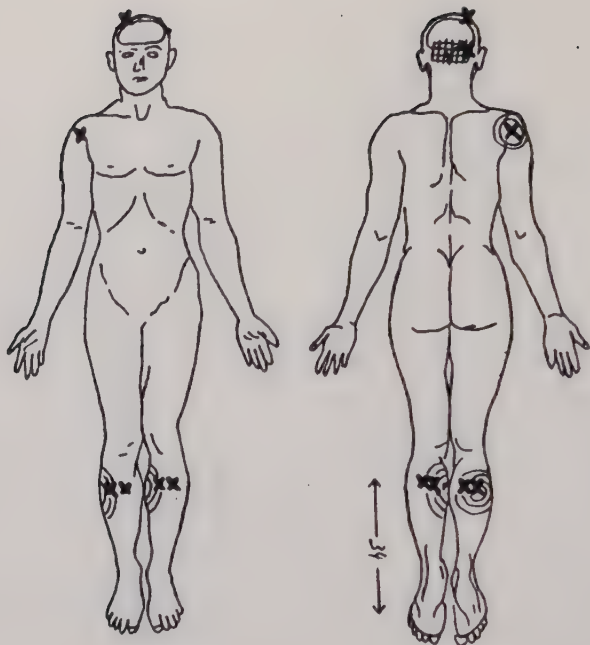
1. 63J.; ♀ ; 160 cm; 75,7 kg
2. 50-60 km/h(c); 77 %
3. entgegen Fahrtrichtung;
ungebremst
4. frontal
5. ZL

Abb. 30: Fallgr.B, F.34



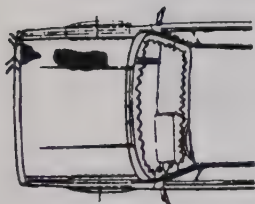
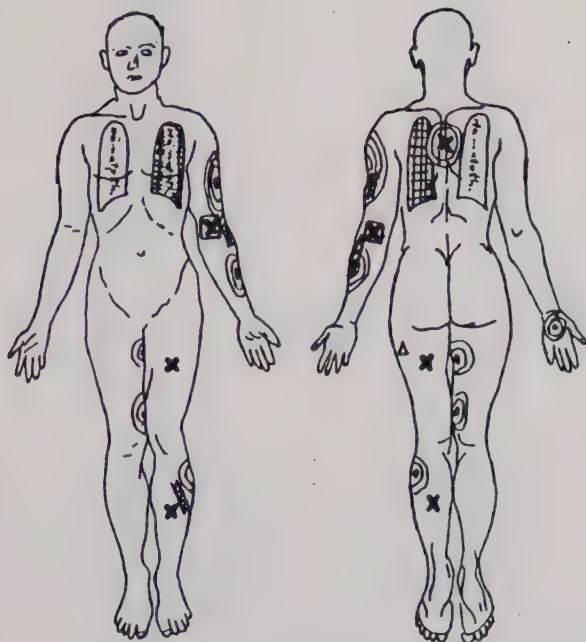
1. 77J.; ♀ ; 157 cm; 64,1 kg
2. 55-60 km/h(c); 89 %
3. li - re; ungebremst
4. lateral re
5. ZL
6. Fg stand, da schmaler Kontaktbereich an Fzg.-front

Abb. 31: Fallgr.B, F.38



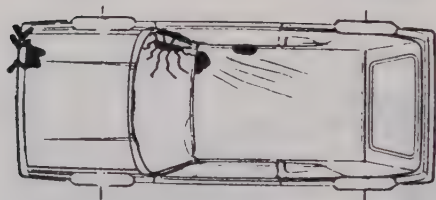
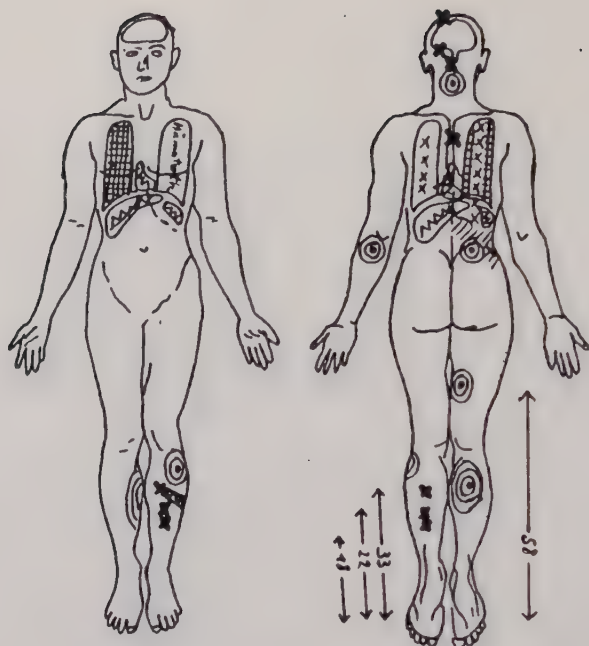
1. 89J.; ♀ ; 155 cm; 46,6 kg
2. mind. 60 km/h(b); 76 %
3. li - re; gebremst
4. lateral re / dorsal
5. ZL
6. in Schrittstellung; Kon-
tusion wahrscheinlich vom
Straßenaufprall

Abb. 32: Fallgr.B, F.4



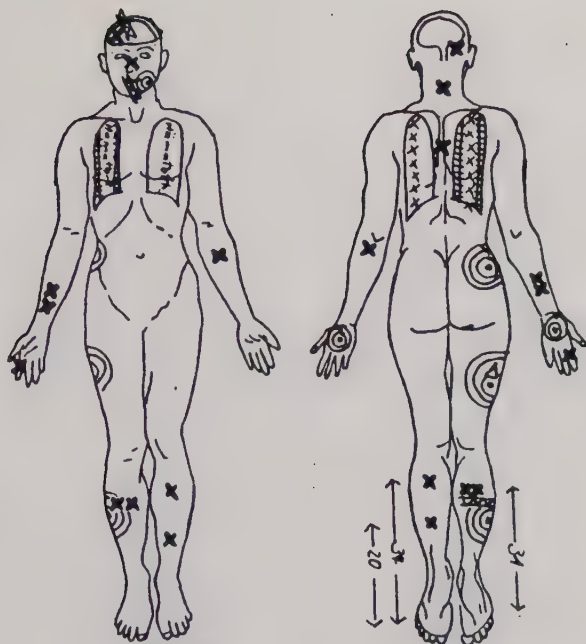
1. 76J.; ♀ ; 162 cm; 67,2 kg
2. 60-62 km/h(c); 79 %
3. re - li; ungebremst
4. lateral li
5. HKV im traumat. Schock
6. breitklaffender Bruch der
Brustwirbelsäule

Abb. 33: Fallgr.B, F.67



1. 38J.; ♂ ; 186 cm; 91,6 kg
2. 65-70 km/h(c); 73 %
3. re - li; ungebremst
4. lateral li
5. ZL
6. Überwurf; offene Schien-
beinfraktur; Wadenbein 2x

Abb. 34: Fallgr.B, F.32



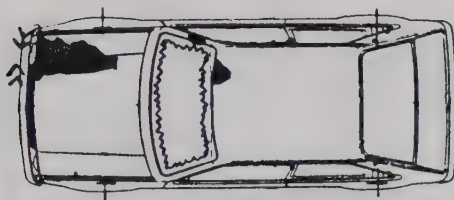
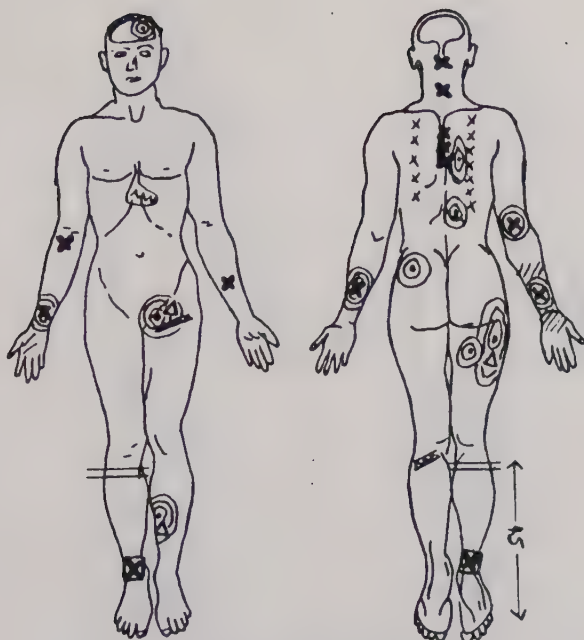
1. 79J.; ♂; 170 cm; 69,7 kg
2. mind. 70 km/h(b); 75 %
3. li - re; ungebremst
4. lateral re
5. traumat. Schockgeschehen
6. Oberwurf

Abb. 35: Fallgr.B, F.5



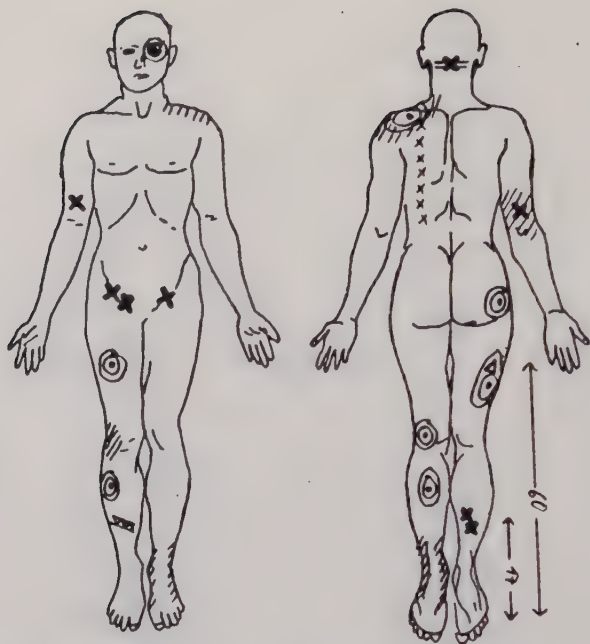
1. 71J.; ♀ ; 164 cm; 65,0 kg
2. 60-80 km/h(c); 80 %
3. li - re; ungebremst
4. lateral re
5. Schädel - Hirn - Trauma
6. Entlanggleiten durch seitl.
Abdrehen; Fleischteile am
Dach u. auf d. Heckscheibe;
ca. 20 m freier Flug

Abb. 36: Fallgr.B, F.22



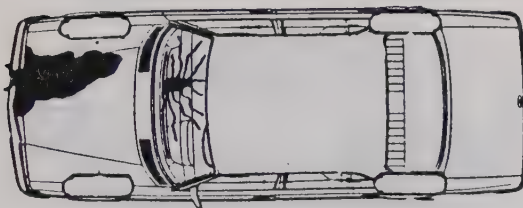
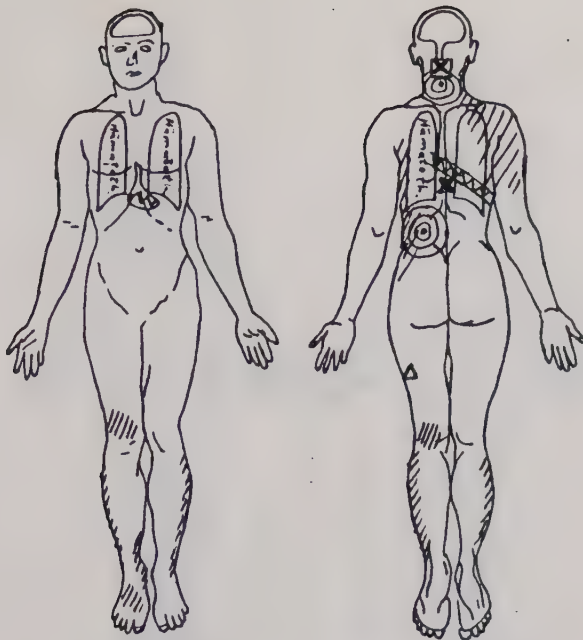
1. 75J.; ♂ ; 171 cm; 77,3 kg
2. mind. 70 km/h(b); 77 %
3. li - re; ungebremst
4. lateral re / dorsal
5. ZL
6. Eindringen bis auf den
Beifahrersitz

Abb. 37: Fallgr.B, F.37



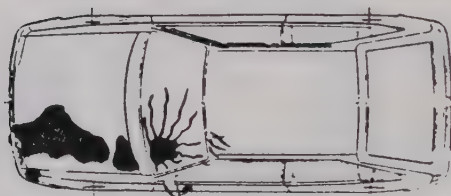
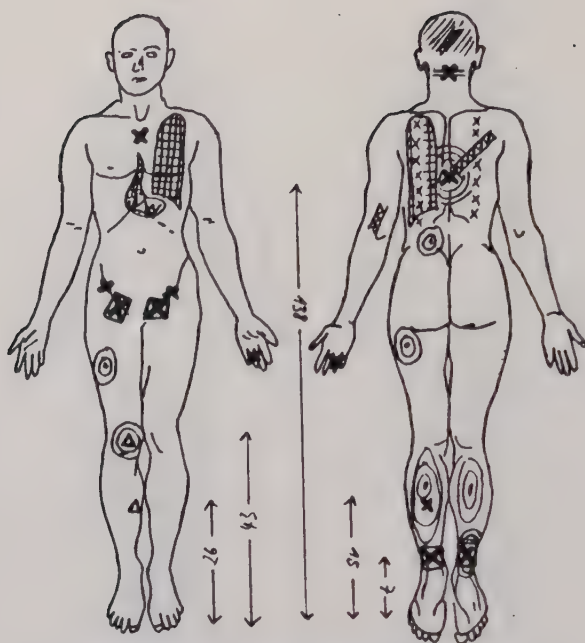
1. 63J.; ♀ ; 162 cm; 47,4 kg
2. 70-80 km/h(b); 76 %
3. li - re; ?
4. lateral re
5. ZL
6. Oberwurf; Fzg mit ABS

Abb. 38: Fallgr.B, F.36



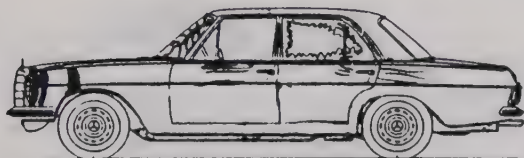
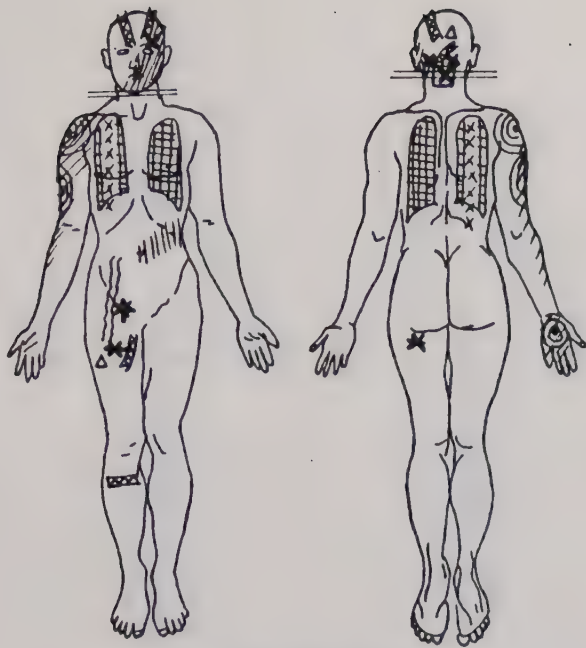
1. 26J.; ♂ ; 170 cm; 81,5 kg
2. ungefähr 80 km/h(a); 85 %
3. re - li; ungebremst
4. lateral li
5. ZL

Abb. 39: Fallgr.B, F.25



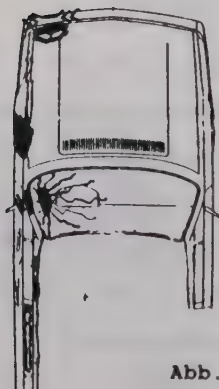
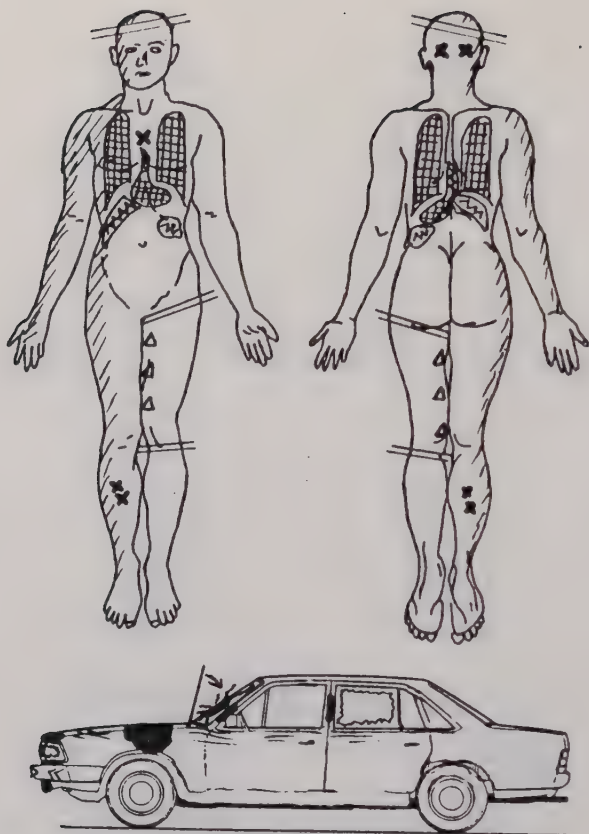
1. 70J.; ♂ ; 167 cm; 60,2 kg
2. 64-80 km/h(c); 74 %
3. sehr langsam v. re - li
(kein Beulenversatz); ungebr.
4. lateral li
5. ZL

Abb. 40: Fallgr.B, F.75



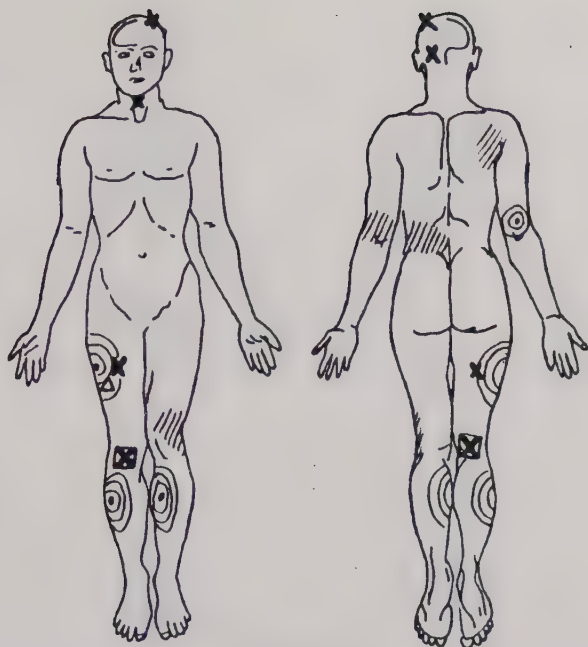
1. 49J.; ♂ ; 175 cm; ?
2. 70-80 km/h(a); 83 %
3. entgg. Fahrtrichtung; ungebr.
4. lateral re / frontal
5. ZL
6. Kopf in Seitenscheibe; breite
Aufreißung d. Haut mit Eröff-
nung der Bauchhöhle

Abb. 41: Fallgr.B, F.50



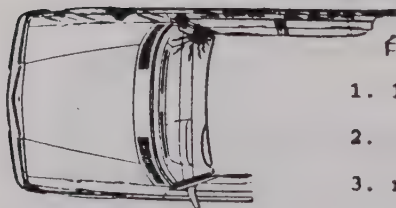
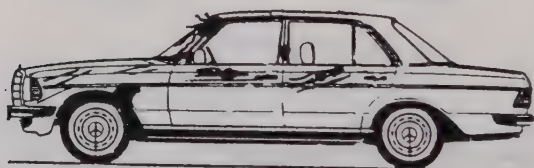
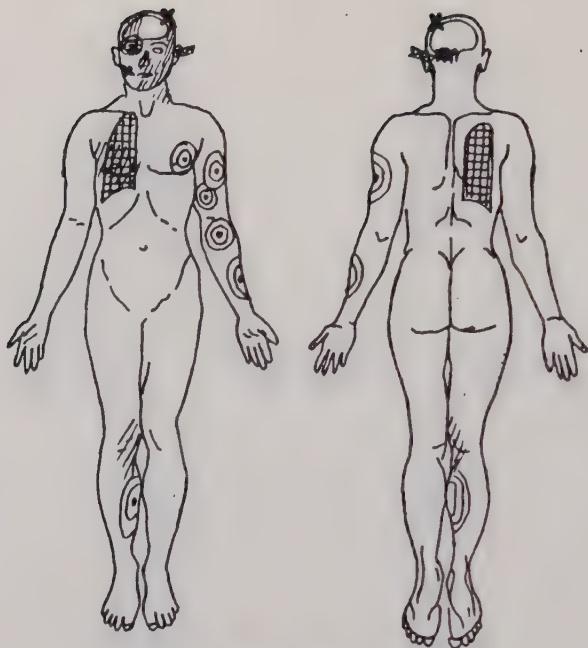
1. 17J.; ♂; 170 cm; ≥ 51,0 kg
2. 130-140 km/h(a+b); 83 %
3. li - re (Zeuge); ungebr.
4. lateral re/frontal (Zeuge)
5. ZL bei vollst. Enthirnung
6. Autobahnunfall; Austritt
von Darmschlingen

Abb. 42: Fallgr.B, F.14



1. 35J.; ♂ ; 165 cm; 62,4 kg
2. ? ; 77 %
3. li - re (bei Gehbewegung); ?
4. lateral re
5. 2L

Abb. 43: Fallgr.B, F.13

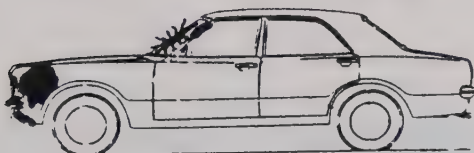
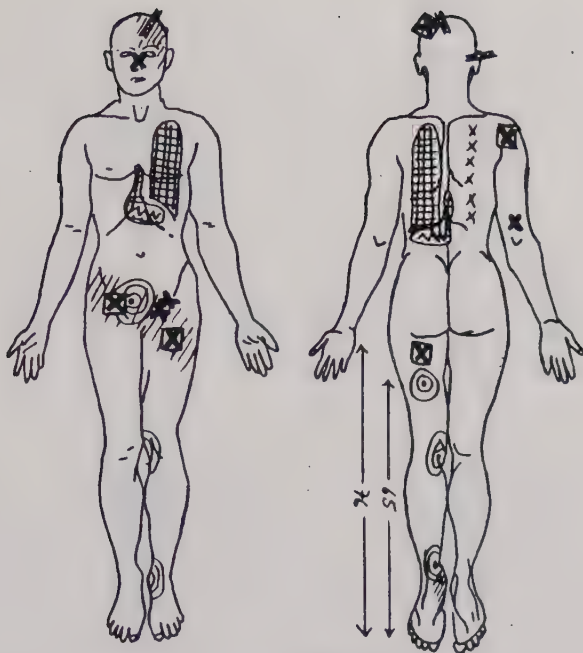


f

1. 15J.; ♀ ; 160 cm; 67,6 kg
2. ? ; 77 %
3. re - li; gebremst
4. lateral li
5. ZL bei ausgedehnten
Hirngewebserreißungen

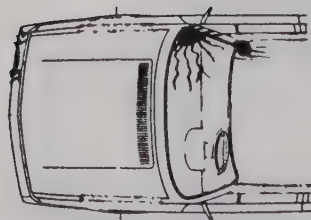
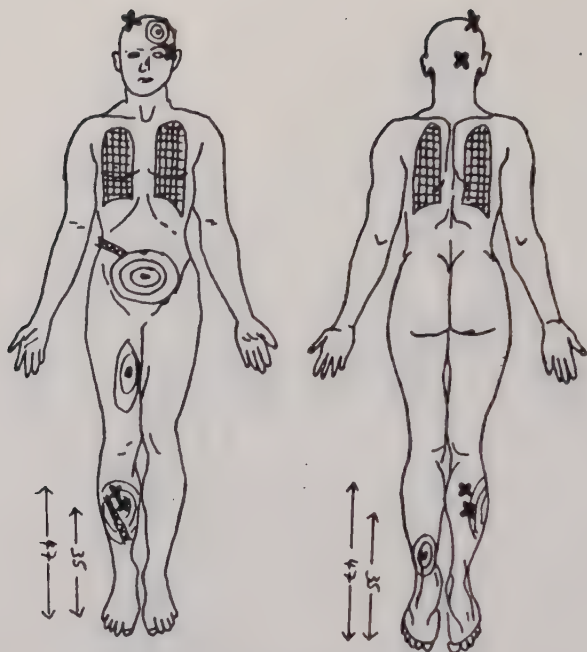


Abb. 44: Fallgr.B, F.68



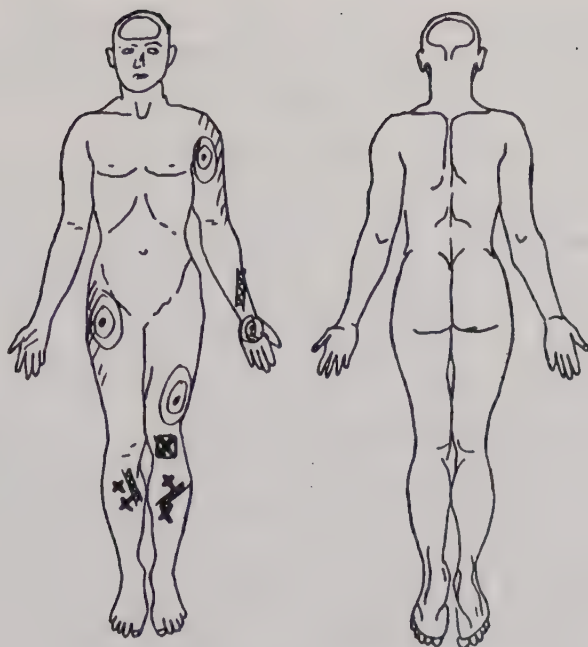
1. 51J.; ♂ ; 172 cm; 66,1 kg
2. ? ; 82 %
3. li - re; ungebremst
4. lateral li/evtl. etwas frontal
5. ZL bei teilw. Enthirnung
6. Streifkollision; li vord. KFZ-
Ecke gg. Innenseite d. linken
Oberschenkels

Abb. 45: Fallgr.B, F.61



1. 77J.; ♂; 165 cm; 45,6 kg
2. ? ; 74 %
3. re - li; gebremst
4. lateral li
5. HKV
6. Oberwurf von 2 Fg'n; Toter
ging hinter zuerst erfaßter
Fg'in

Abb. 46a: Fallgr.B, F.52



Zuerst erfaßte und nicht tödlich verletzte Fg'in
(Lt. ärztl. Gutachten): 76 J.

- beids. off. Unterschenkelfr. mit Kniegelenksbet.
- klaffende Wunde am li Unterarm
- multiple Riß- und Schürfwunden
- Kleinfingerfraktur re mit Rißwunde
- gedecktes Schädel- Hirntrauma I. Grades
- Unfallschock

Abb. 46b: Fallgr.B, F.52

Auswertung:

Generell wurden fast immer Hämatome, gefolgt von Wundtaschen bzw. Ablederungen und in etwa der Hälfte der Fälle Riß-/Platzwunden festgestellt.

Kopf- und Halsregion: Dies ist die am häufigsten und folgenschersten betroffene Körperregion. Mit Abstand war die Zentrale Lähmung (23x) auch häufigste Todesursache in dieser Fallgruppe. Schädeldach- (1x) und -basisbrüche (4x) traten zu 77 % gemeinsam auf (17x), meist begleitet von Gehirnblutungen (23x), Gehirnquetschungen (19x) und Kopfschwartendurchtrennungen (15x). Frakturen im Gesichtsbereich ereigneten sich in 11 Fällen (zu 90 % hauptsächlich Nasenbein), Kieferbrüche dagegen nur 3x (einer davon beidseitig). Die Luxation bzw. Zerreißung des Atl.- occip.- Gelenkes (10x) ist die häufigste Halsverletzung, gefolgt von der Halswirbelfraktur (4x) und Halswirbelsäulenfraktur (2x).

Thorax und Abdomen: Rippenserienfrakturen, beidseitig (11x) und einseitig (7x), dominierten hier. Lungenkontusionen traten relativ häufig (15x), gegenüber nur 4 Herzquetschungen, auf. Zum Hämatothorax kam es in nur 7 Fällen, teilweise durch Aufriß der Brust, Lungenquetschung oder Rippendurchspießung. Folgenscher dürfte die Brustwirbelsäulenbrüche (11x) gewesen sein; weniger dagegen die Brustbeinbrüche (6x), wobei

•
evt. zu bedenken ist, daß Letztere auch durch Wiederbelebungsmaßnahmen entstehen können (wie auch Rippenbrüche). Die Leber war von den inneren Organen am anfälligsten für Rupturen (6x); in 5 Fällen kam es zum Riß in der Aorta. Die Milz war 3x betroffen und ungewöhnlicherweise zerriß in Fall 18 die rechte Herzkranzschlagader. Das Schlüsselbein frakturierte in zwei, das Schulterblatt in einem Fall.

Beckenregion: Entsprechend der Höhe des primären Hauptstoßes unterhalb des Körperschwerpunktes lagen oft im unteren Bereich des Beckenringes ausgedehnte Unterblutungen, zertrümmerte Muskulatur und Brüche vor. Von den 21 Frakturen im Beckenbereich waren am häufigsten die Schambeinäste (7x) und das Darmbein-/Kreuzbein-gelenk (6x) betroffen.

Exremitäten: In etwa einem Drittel der Fälle traten Schienbein- und Wadenbeinfrakturen (10 / 14x), zu 70 % kombiniert , auf. Je 4x lag ein offener Bruch vor oder es waren beide Unterschenkel des Verunfallten betroffen. Aus der Tibia wurde in Fall 71 ein Biegungskeil ausgesprengt und in Fall 13 kam es zur Zerreißung des rechten Kniegelenkes. Je 2x traten Frakturen im Kniegelenk, am Sprunggelenk (in F.75 gleich beide) und am Aussenknöchel auf.

Von den 6 Oberschenkelbrüchen lag 5x die Fraktur im Schaftbereich, was mit seiner Nähe zum Becken (Haupt-

anstoßbereich) begründbar ist.

An der oberen Extremität traten 9x Brüche auf, wobei diese mehrheitlich von einem sekundären Kontakt mit kantigen Fahrzeugkonturen herrühren dürften.

Diskussion:

In dieser Fallgruppe sind am häufigsten Fußgänger der Altersgruppe zwischen 70 und 80 Jahren verunfallt (11x), was das deutliche Überwiegen der Todesursache " Zentrale Lähmung " durch Kopf- und Wirbelsäulenverletzungen noch krasser erscheinen läßt. Herz-/Kreislaufversagen führte nur in 5 und Lungenentzündung nur in 4 Fällen zum Tod. Fall 42 und 31 zeigen deutlich, daß auch schon bei geringer Kollisionsgeschwindigkeit (35 km/h) schwerste Kopf- und Wirbelsäulenverletzungen auftreten. Sprengungen des Atl.- occip.- Gelenkes treten in dieser Gruppe ab etwa 45 km/h auf.

Bemerkenswert fällt in dieser Gruppe auf, daß es zu Unterschenkelbrüchen erst ab Kollisionsgeschwindigkeiten von 45 - 50 km/h kommt, diese aber auch bei höheren Geschwindigkeiten nicht auftreten müssen (siehe F.25). In Fall 75 wurden beide Sprunggelenke und das Wadenbein frakturiert, ohne daß am Unfallfahrzeug (mit moderner, glatter Frontstruktur) Beschädigungen an Stoßstange oder Frontschürze feststellbar sind. Zu Überwürfen kommt es bei Kollisionsgeschwindigkeiten ab 65 - 70 km/h.

Die Beschädigungen der Fahrzeugfrontstrukturen sind meist recht deutlich. Die Kopfbeulen liegen häufig im Bereich des recht unnachgiebigen Windlaufbleches und der unteren Windschutzscheibenbegrenzung. Splitterungen der Windschutzscheibe traten in 25 Fällen auf (in F.52 jedoch nicht eindeutig vom getöteten Fußgänger, da dieser nicht die typischen ausgedehnten Kopfverletzungen zeigt). Beim Anstoß über 80 % halb so häufig, als bei ≤ 80 %. Im ersteren Fall läßt sich die Tendenz erkennen, daß Splitterungen erst im höheren Geschwindigkeitsbereich vermehrt auftreten.

3. Verletzungsmuster und Beschädigungsbilder der
Fallgruppe C (33 Fälle) dazu Abb. 47 - 79

Charakteristik: Tiefer Anstoß ($\leq 73\%$)

Hier erfolgt der primäre Hauptanstoß durch die Haubenvorderkante oder den Stoßfänger in einem Bereich von etwa Mitte des Oberschenkels bis zum Knie des Fußgängers, also recht weit unterhalb des Körperschwerpunktes. Oberkörper und Beine bewegen sich zunächst relativ zum Fahrzeug hin. Bevor jedoch Rumpf und Kopf aufprallen, bewegen sich die Füße wieder vom Fahrzeug weg (in Fahrtrichtung). Dieser Aufprall erfolgt nicht unmittelbar beim Anstoß, sondern mittelbar als Folge der Drehung. Die Aufschlaggeschwindigkeit des Kopfes ist kleiner als die Kollisionsgeschwindigkeit. Je nach Haubenhöhe und -länge, sowie Körpergröße gerät die Kopfbeule immer näher in den gefährlichen Dachkantenbereich. Mit zunehmender Kollisionsgeschwindigkeit kann die Abstützung über Schulter und Kopf zu einem ausgeprägten Anheben des Schwerpunktes führen, sodaß dieser über Dachhöhe gelangen kann.

Das Alter des jüngsten Verunfallten lag in dieser Gruppe bei 18 J. (F.9); das Hauptfeld (17x) jedoch zwischen 70 und 90 Jahren. Das männliche Geschlecht war mit 27 Unfällen wesentlich stärker betroffen, als das weibliche (6x). Die Körpergewichte der Fußgänger lagen hauptsächlich (20x) in dem Bereich 60 - 80 kg.

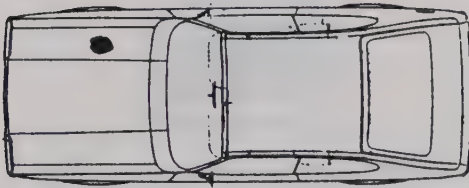
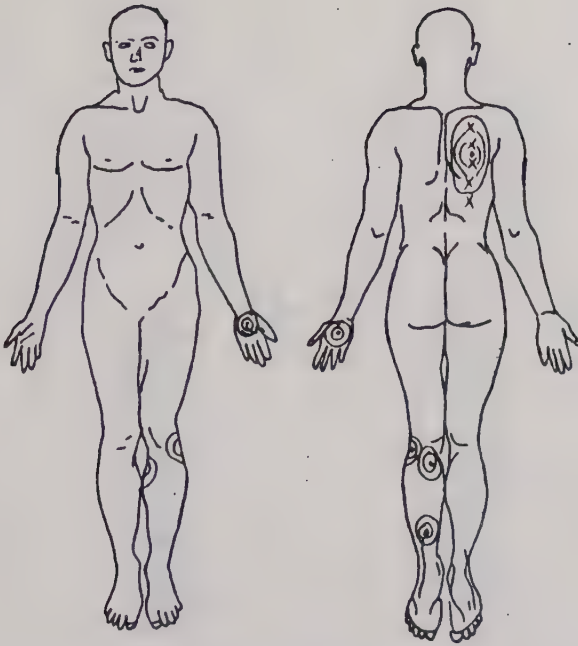
In dieser Fallgruppe streuen die Kollisionsgeschwindigkeiten zwischen 10 - 110 km/h, wobei diesmal in 8 Fällen die Geschwindigkeit unbekannt ist und nachgestellt werden. Überwürfe von Fußgängern traten in 5 Fällen (F.23, F.15, F.21, F.56, F.20) auf; ein Streifstoß fand in Fall 72, 55 und 19 statt. In Letzterem wurde nur das rechte Bein von der Fahrzeugfront erfaßt, das linke Bein und der Körper schlugen gegen die rechte Seite des PKW's, wobei es dann zu den Zertrümmerungen in Gesichts- und Brustkorb- bereich gekommen ist. Der Fußgänger wurde in allen Fällen lateral angefahren, nur in Fall 51 frontal und in Fall 41 sowie Fall 74 dorsal. Die Anstoßrichtung war in den Fällen 70, 9 und 19 nicht eindeutig aus den vorliegenden Unterlagen feststellbar.

Die ausgeprägtesten Keilformen besaßen die Fahrzeuge in den Fällen 65 und 20, mit Anstoßhöhen von nur 60 und 55 cm über dem Boden.

Die erste (Hals-) Wirbelsäulenfraktur ereignete sich in Fall 72 ($v = 45 - 55$ km/h) und in Fall 56 war diese sogar breitklaffend, neben massiven Weichteilverletzungen im Becken- und Unterschenkelbereich. Zur Zerreißung beider Kniegelenke kam es in Fall 46, in Fall 57 zerriß das Ellenbogen- und in Fall 51 das Kniegelenk. Völlig abgetrennt wurde der Kopf in Fall 20 und 29. Hervorzuheben ist noch Fall 11, wo es trotz der

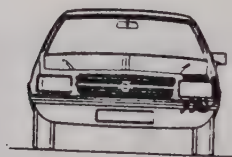
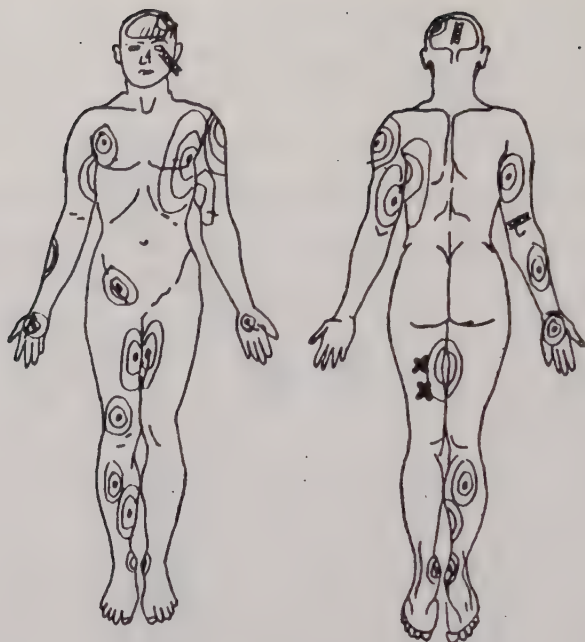
relativ hohen Kollisionsgeschwindigkeit von 30 - 40 km/h zu keinen Kopfverletzungen kam.

Die Verletzungen auf der rechten Aussenseite des Fußgängers aus Fall 35 stammen lt. einem rechtsmedizinischen Gutachten von dem auf der rechten Seite geschobenen Fahrrad, die Kopf- und Brustverletzungen sind dem Aufschlag auf die Fahrbahn (nach einer Drehung in der Luft) zuzuordnen.



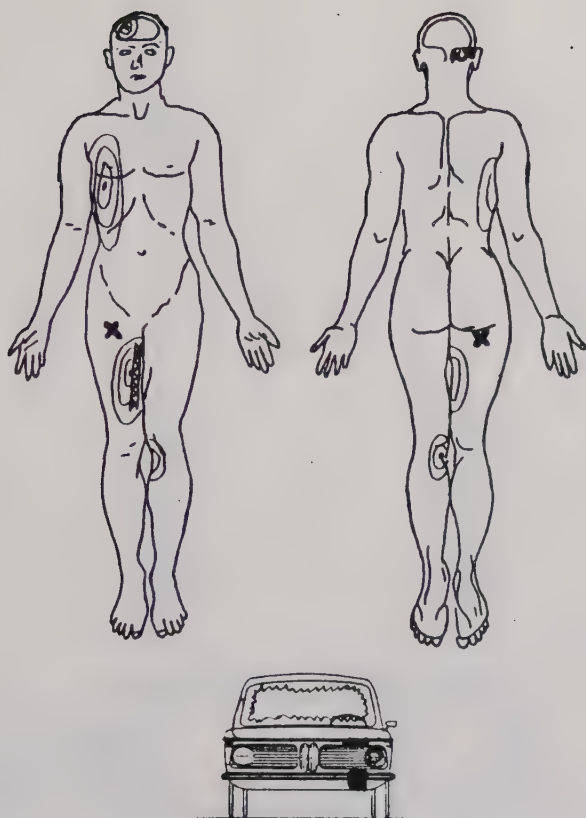
1. 80J.; ♀ ; 158 cm; 50,0 kg
2. 10-30 km/h(b); 67 %
3. li - re; gebremst
4. lateral re
5. akutes Herzversagen
(ohne Kausalität)

Abb. 47: Fallgr.C, F.60



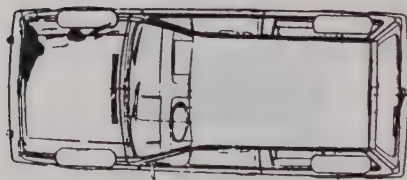
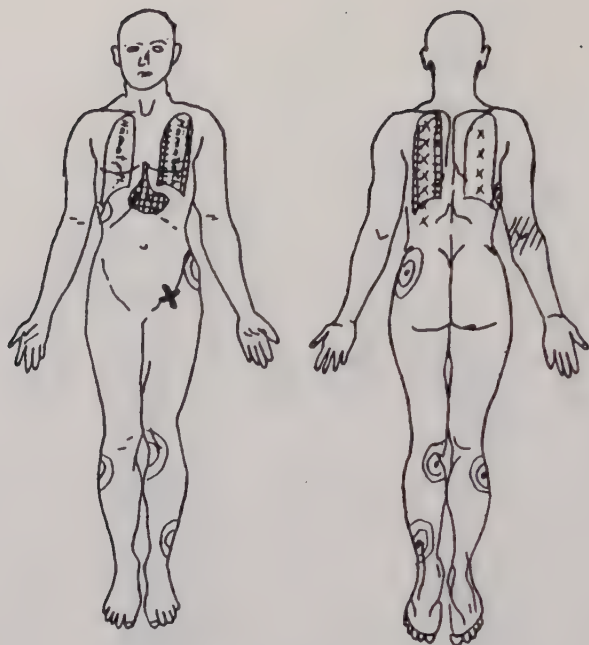
1. 39J.; ♂ ; 181 cm; 64,4 kg
2. Fg nur noch umgestoßen (a); 63 %
3. re - li; gebremst
4. lateral li
5. ZL bei traumat. Blutung in li Groß-
hirnhemisphäre und Hirndruck

Abb. 48: Fallgr.C, F.24



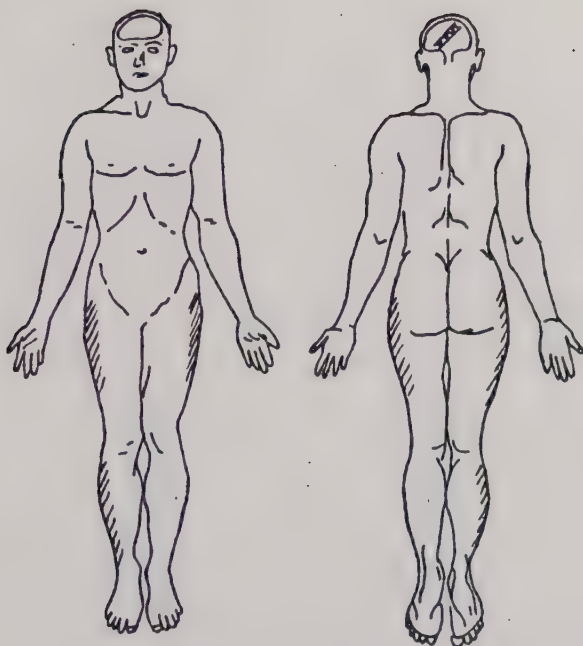
1. 73J.; ♂ ; 171 cm; 76,6 kg
2. 30 km/h(c); 64 %
3. li - re; gebremst
4. lateral re
5. HKV
6. Stoßstange war nicht montiert;
Einriß der re Oberschenkelschlag-
ader mit großem Blutverlust

Abb. 49: Fallgr.C, F.45



1. 81J.; ♂; 152 cm; 63,1 kg
2. 30-40 km/h(b); 72 %
3. li - re; gebremst
4. lateral re
5. HKV durch Verbluten nach
innen und traumat. Schock

Abb. 50: Fallgr.C, F.11



1. 82J.; ♂; 166 cm; 64,4 kg

2. 36-38 km/h(c); 71 %

3. li - re; gebremst

4. lateral re (eigene Angabe)

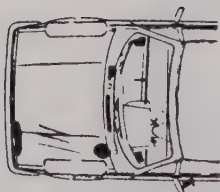
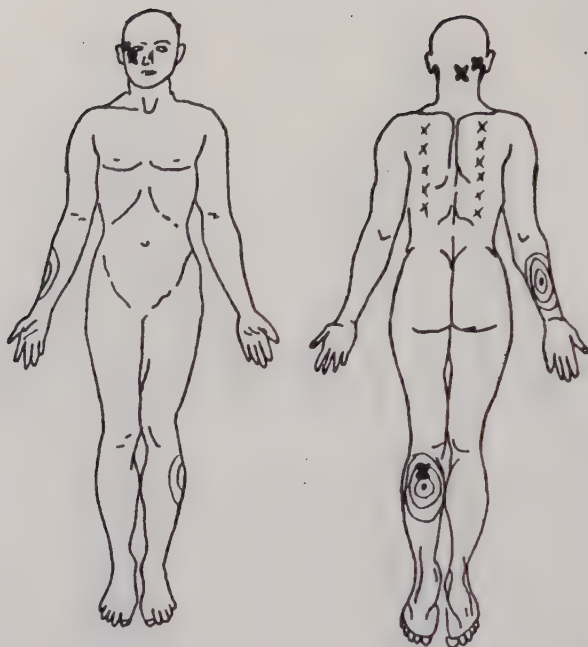
5. HKV bei Entzündung der Luftwege

6. offene Gewebsdefekte mit eitr.

Belägen; Schulter in Wss., Hinter-
kopf auf Straße

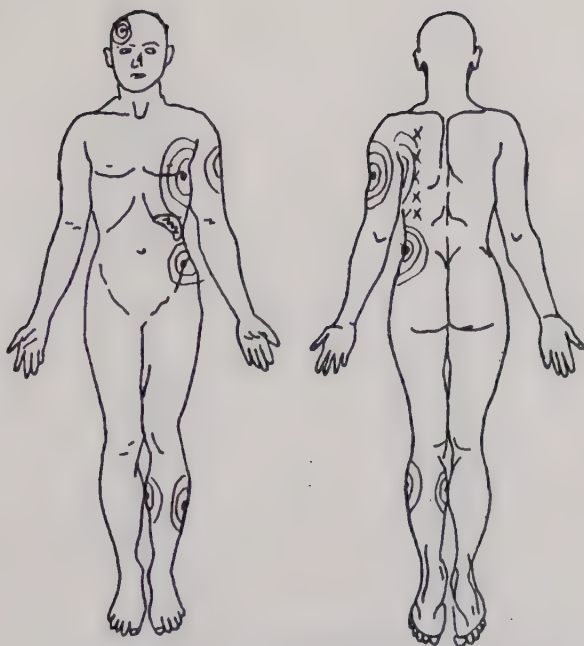


Abb. 51: Fallgr.C, F.40



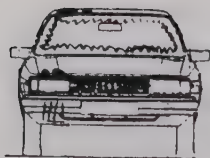
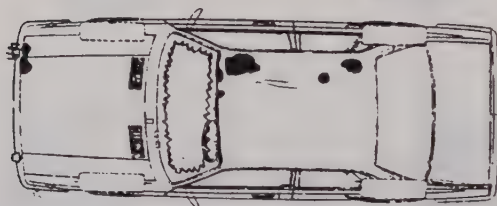
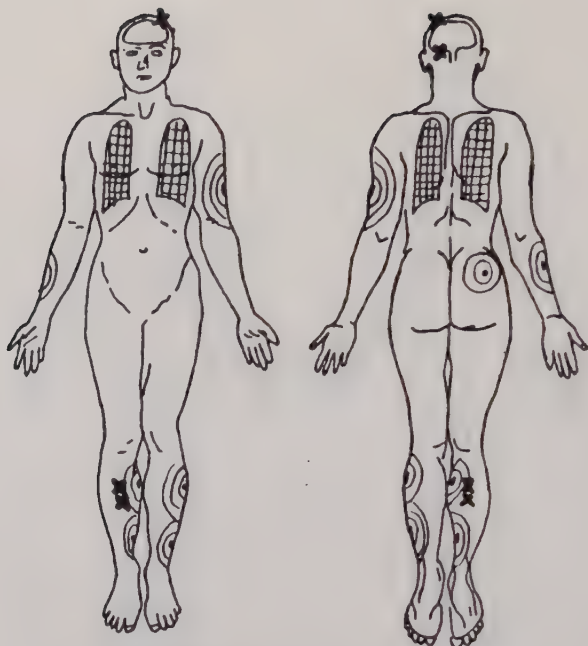
1. 81J.; ♂; 171 cm; 83,0 kg
2. 35-40 km/h(c); 62 %
3. re - li; gebremst
4. lateral li
5. ausgedehnte LE
6. Fraktur des re Jochbeines,
Felsenbeines u. der Schädel-
basis

Abb. 52: Fallgr.C, F.16



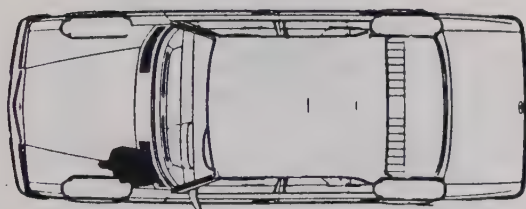
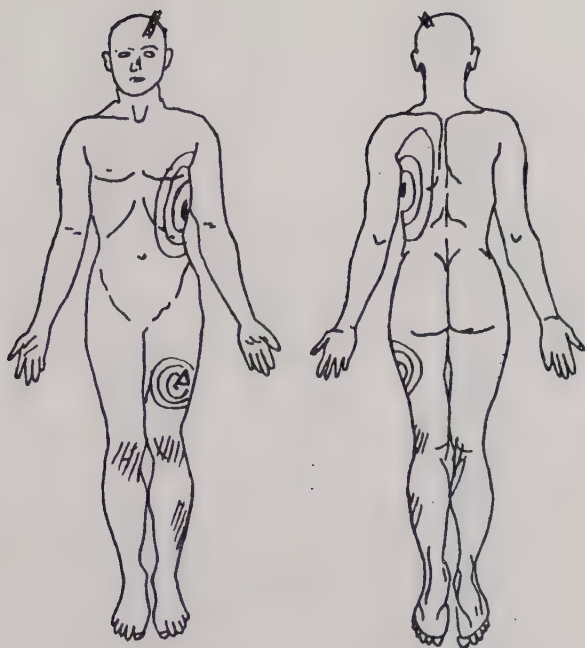
1. 60J.; ♂ ; 152 cm; 81,8 kg
2. 40 km/h(a); 67 %
3. re - li; Motorbremse
4. lateral li / dorsal
5. HKV bei Verbluten n. innen
6. Überwurf; Kopf auf PKW-Dach,
Körper in Wass.

Abb. 53: Fallgr.C, F.23



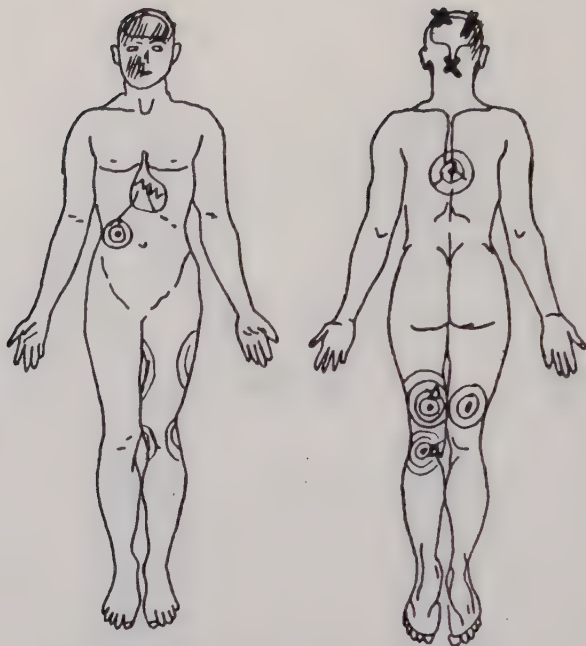
1. 36J.; ♂; 192 cm; 78,8 kg
2. 42 km/h(c); 59 %
3. re - li; gebremst
4. lateral li
5. ZL
6. Überwurf; Fg auf PKW-Dach
geschleudert

Abb. 54: Fallgr.C, F.15



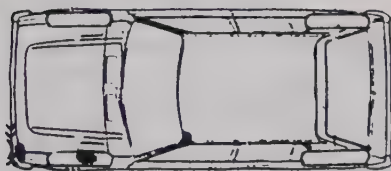
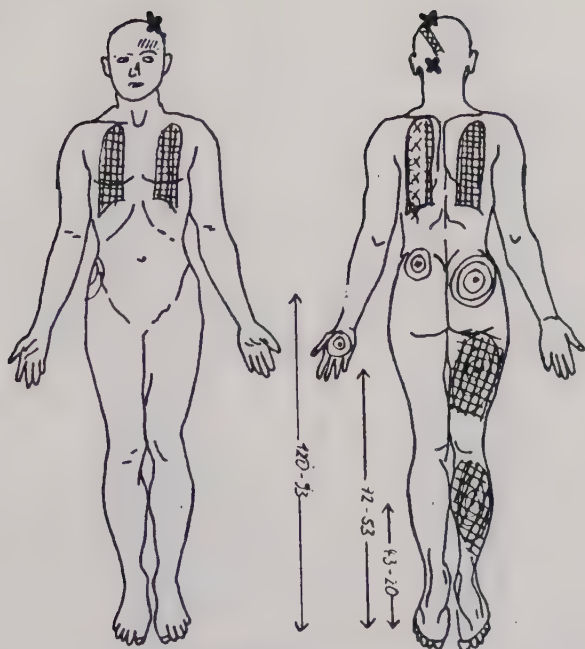
1. 83J.; ♂; 170 cm; 63,2 kg
2. 43 km/h(c); 70 %
3. re - li; gebremst
4. lateral li
5. HKV bei LE

Abb. 55: Fallgr.C, F.30



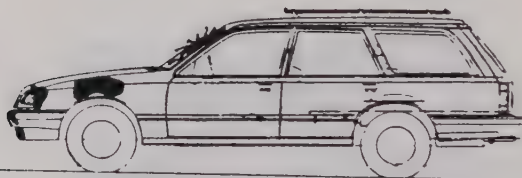
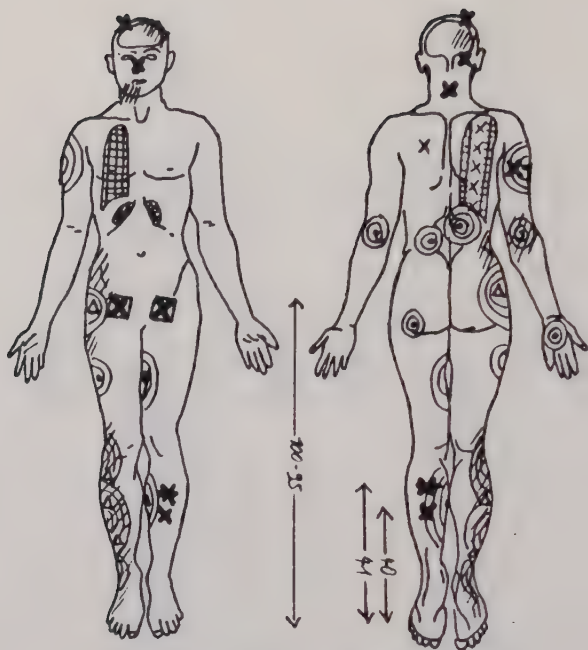
1. 26J.; ♂; 176 cm; 79,1 kg
2. 40-50 km/h(a); 65 %
3. in Fahrtrichtung gehend; gebremst
4. dorsal / lateral re
5. ZL
6. nach prim. Anstoß Drehung und re
Hinterkopf auf Dachholm

Abb. 56: Fallgr.C, F.41



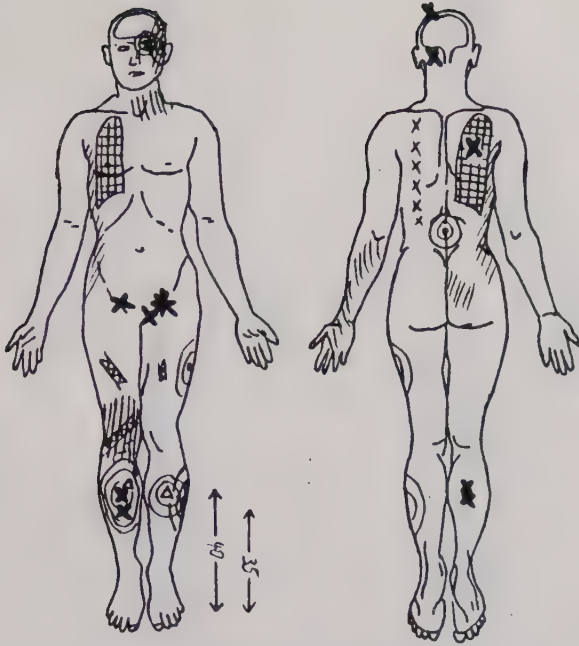
1. 72J.; ♂; 176 cm; 84,9 kg
2. ca. 45 km/h(c); 60 %
3. in Fahrtrichtung gehend; gebremst
4. dorsal re
5. ZL
6. Beim Überholen Fg am li Fahrbahn-
rand erfaßt

Abb. 57: Fallgr.C, F.74



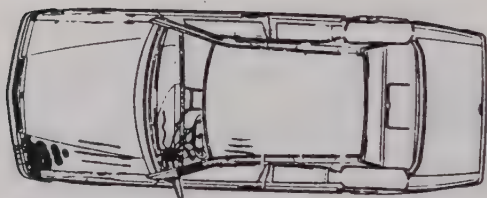
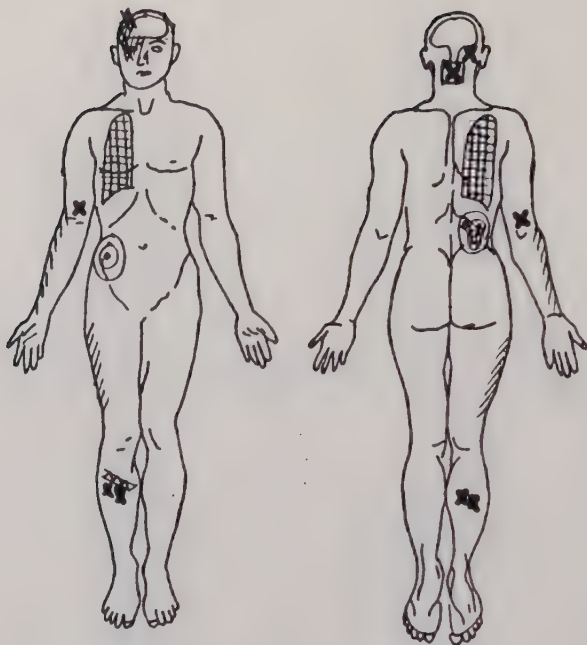
1. 51J.; ♂; 182 cm; 64,2 kg
2. 45-50 km/h(b); 63 %
3. li - re; gebremst
4. lateral re
5. ZL
6. Streifstoß (teilüberdeckt);
Fg in Vorwärtsbewegung

Abb. 58: Fallgr.C, F.72



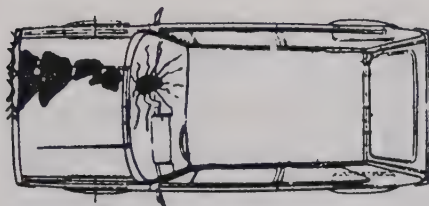
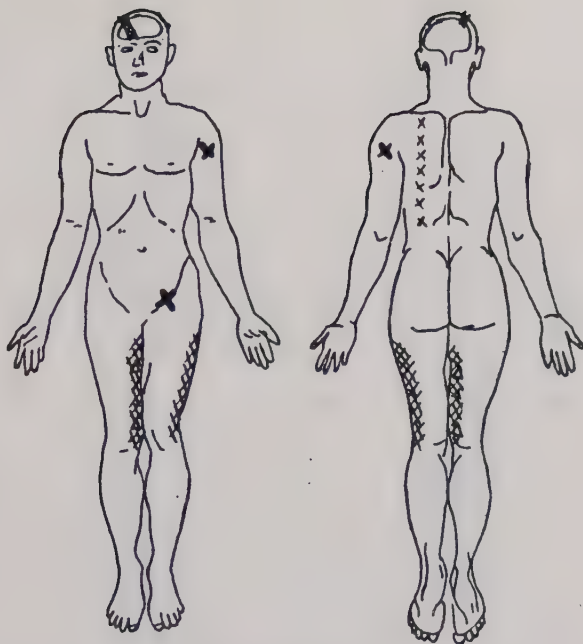
1. 45J.; ♂; 183 cm; 96,8 kg
2. 40-54 km/h(c); 58 %
3. re - li; ungebremst
4. lateral li / frontal
5. ZL
6. Fg bei gr. Schritt erfaßt:
re Bein frontal, li Bein
nur gestreift

Abb. 59: Fallgr.C, F.73



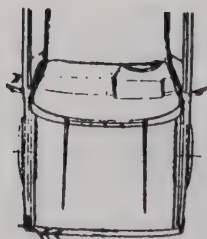
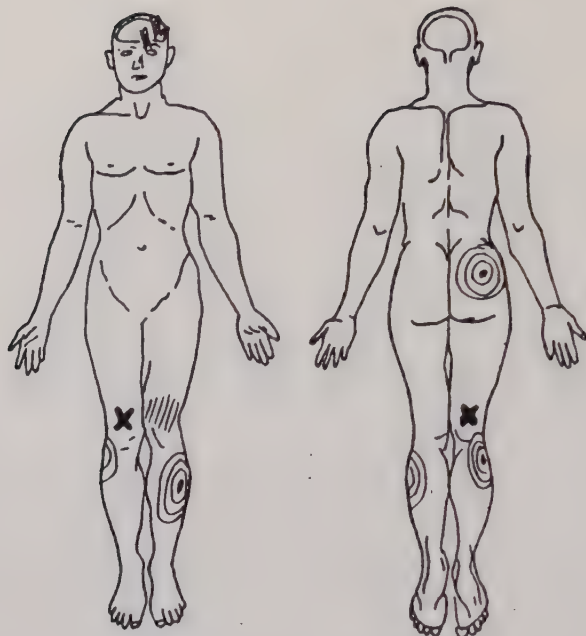
1. 30J.; ♂; 175 cm; 75,0 kg
2. mind. 50 km/h(b); 70 %
3. li - re; ungebremst
4. lateral re
5. ZL
6. Überwurf

Abb. 60: Fallgr.C, F.21



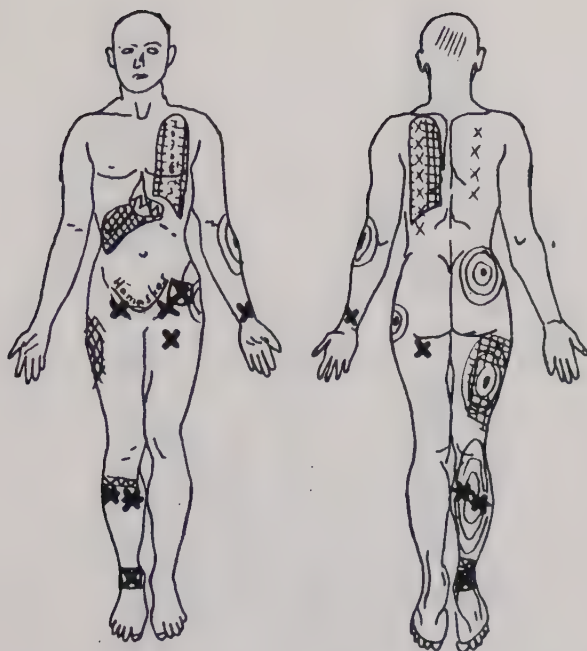
1. 45J.; ♀ ; 166 cm; 80,8 kg
2. mind. 50 km/h(b); 66 %
3. re - li; gebremst
4. lateral li
5. HKV
6. Fg in Schrittstellung erfaßt

Abb. 61: Fallgr.C, F.8



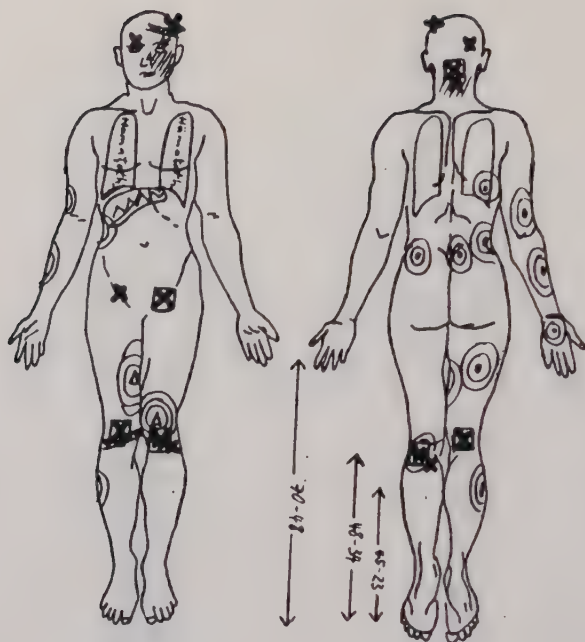
1. 91J.; ♀ ; 153 cm; 48,8 kg
2. 50-60 km/h(a); 72 %
3. re - li; ungebremst
4. lateral li / frontal
5. HKV bei LE
6. Streifstoß: Fg tritt von der
Seite in vorderes Eck des PKW

Abb. 62: Fallgr.C, F.55



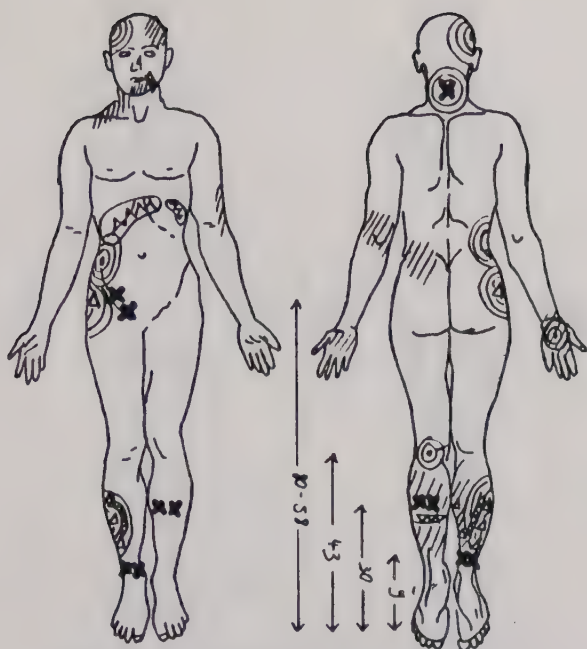
1. 78J.; ♂; 172 cm; 78,9 kg
2. 40-70 km/h(b); 61 %
3. li - re (?); ungebremst
4. lateral re / dorsal
5. Herzversagen
6. Wurfweite 7m; Kopf in Wss.

Abb. 63: Fallgr.C, F.65



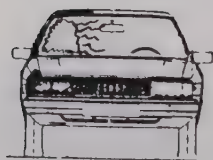
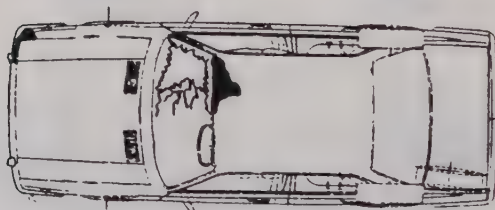
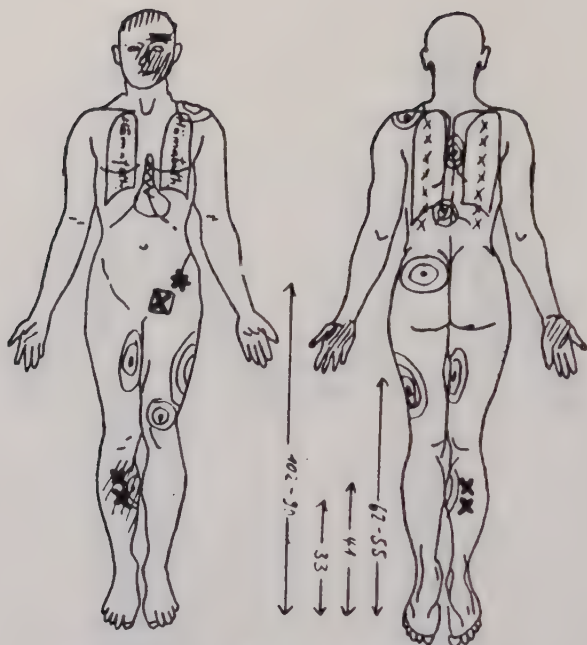
1. 86J.; ♂; 163 cm; 80,1 kg
2. 50-60 km/h(b); 70 %
3. li - re; gebremst
4. lateral re / leicht dorsal
5. ZL
6. in Schrittstellung; Zerrei-
sung beider Kniegelenke

Abb. 64: Fallgr.C, F.46



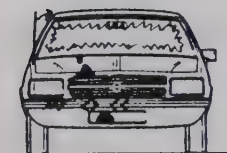
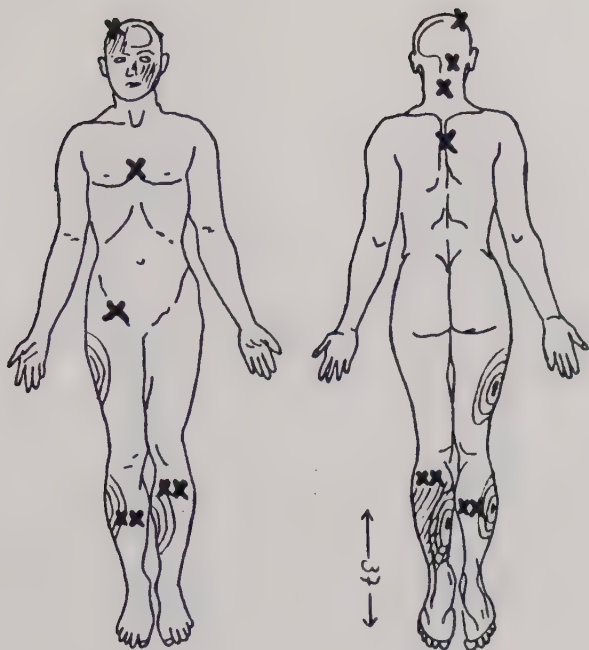
1. 76J.; ♀ ; 160 cm; 49,6 kg
2. mind. 55 km/h(b); 71 %
3. li - re; gebremst
4. lateral re
5. HKV
6. Oberwurf; Blutspuren auf Dach und Kofferraum; Wurfweite 40m

Abb. 65: Fallgr.C, F.56



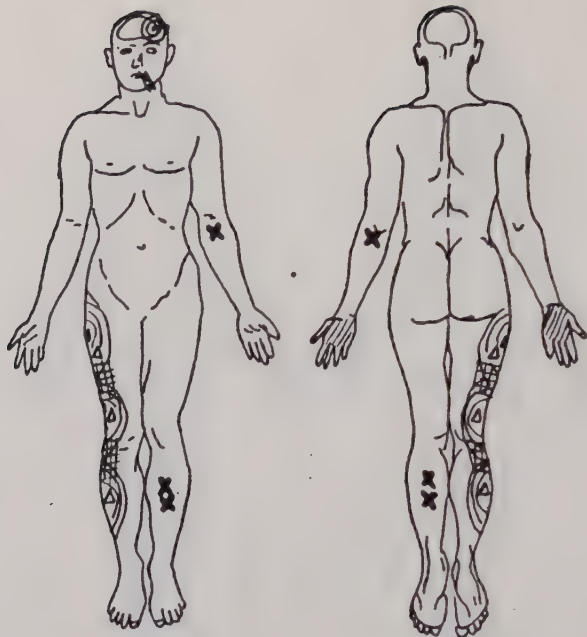
1. 79J.; ♂; 166 cm; 60,4 kg
2. 55,7-57,6 km/h(c); 69 %
3. re - li; gebremst
4. lateral re
5. HKV nach Polytrauma
6. Fg 20 - 21,5 m weit nach vorne geschleudert

Abb. 66: Fallgr.C, F.70



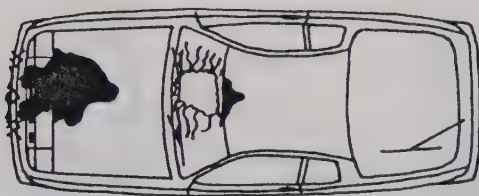
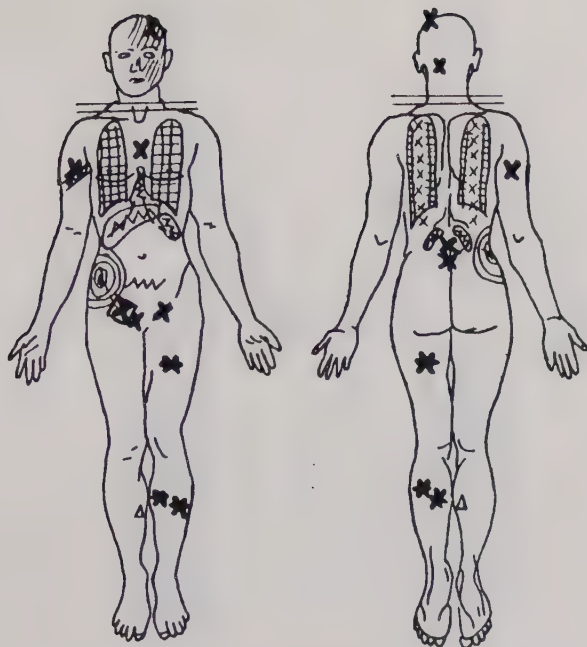
1. 82J.; ♂; 170 cm; 60,0 kg
2. minl. 60 km/h(b); 67 %
3. li - re; gebremst
4. lateral re
5. ZL
6. Fg auf Motorhaube Stück
mitgefahren

Abb. 67: Fallgr.C, F.6



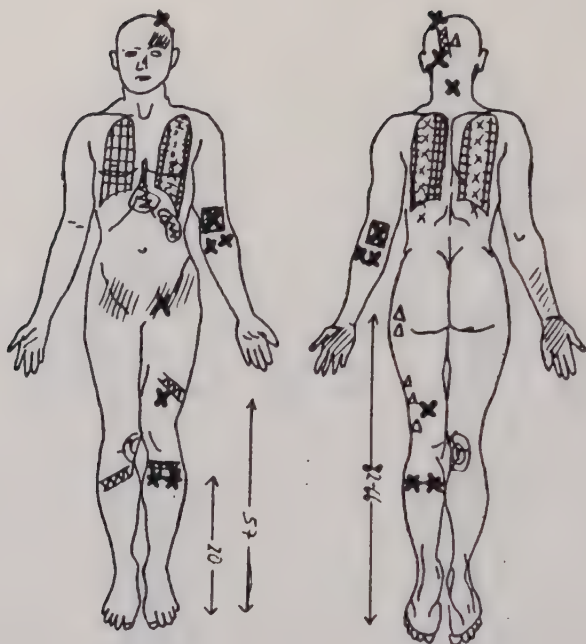
1. 18J.; ♂; 178 cm; 68,8 kg
2. ≈ 80 km/h(a); 62 %
3. re - li; gebremst
4. lateral re (Zeuge)
5. Atemversagen nach Fettembolie
6. re Außenseite: Weichteilquetsch.
m. Blutunterl. u. Taschenbildg.

Abb. 68: Fallgr.C, F.9



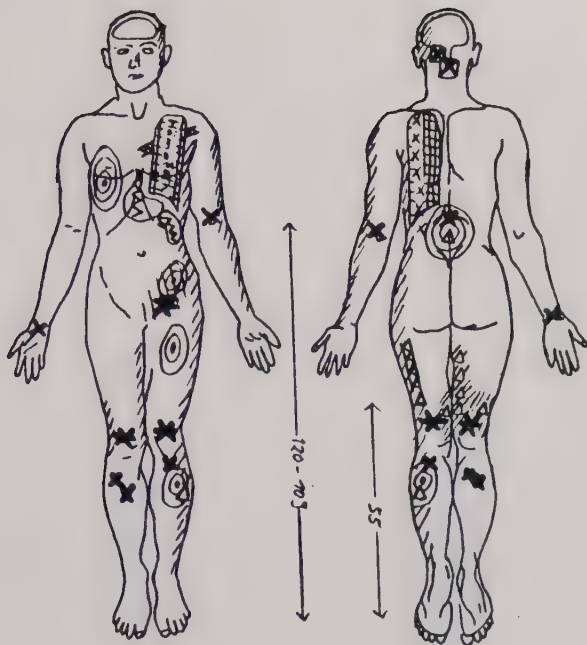
1. 55J.; ♂; 160 cm; 75,0 kg
2. 73-88 km/h(c); 60 %
3. re - li; ungebremst
4. lateral li
5. ZL
6. Überwurf

Abb. 69: Fallgr.C, F.20



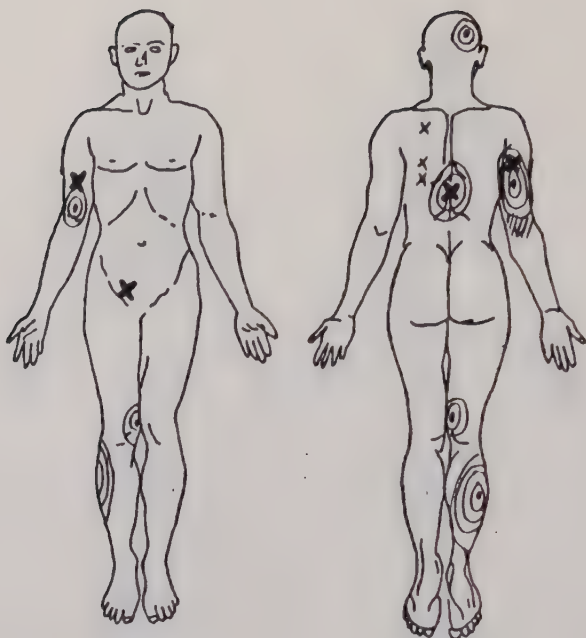
1. 57J.; ♂; 179 cm; 79,0 kg
2. 70-90 km/h(c); 56 %
3. re - li; ungebremst
4. lateral li
5. HKV
6. Wurfweite: 31-34 m schräg n.
li vo.; li Schulter in Wss.,
Kopf auf Dachecke u. A-Holm

Abb. 70: Fallgr.C, F.57



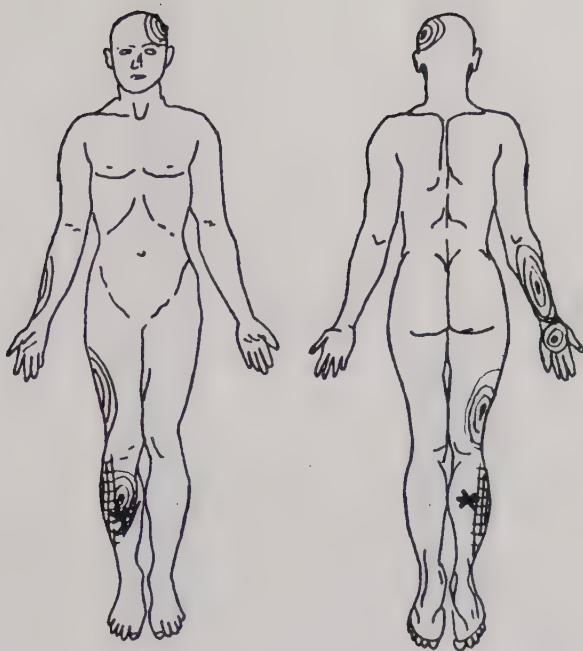
1. 48J.; ♂ ; 179 cm; 87,9 kg
2. 108-112 km/h(c); 71 %
3. in Fahrtrichtung; gebremst
4. lateral li / dorsal
5. ZL
6. P_g um Bug gewickelt voll
auf Frzg - v beschleunigt

Abb. 71: Fallgr.C, F.48



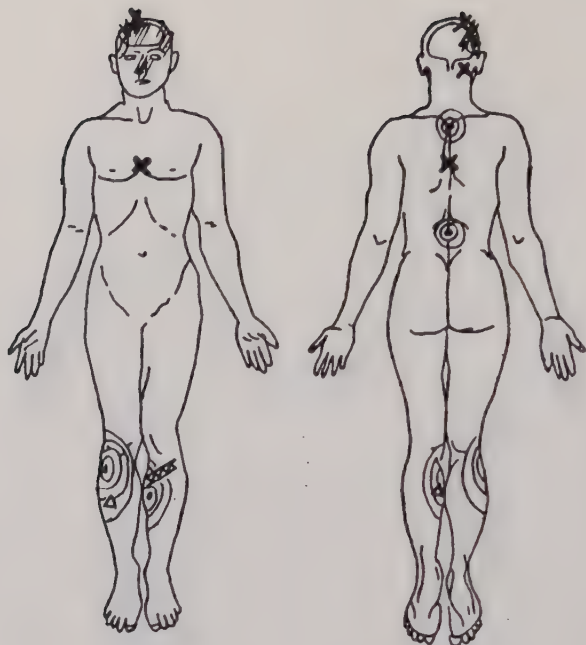
1. 85J.; ♂ ; 173 cm; 61,1 kg
2. "langsam" (a); 66 %
3. li - re; gebremst
4. lateral re / dorsal
5. HV (Kausalität ?)

Abb. 70: Fallgr.C, F.43



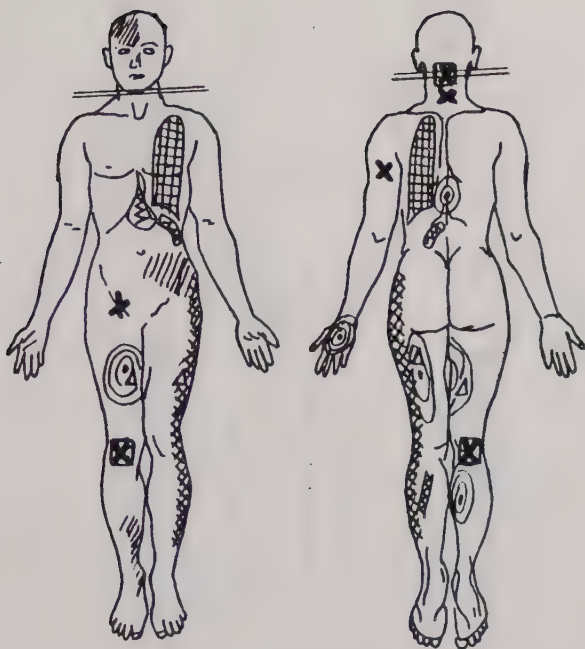
1. 730 ; ♂ ; 178 cm; 46,5 kg
2. ≈ 25-40 kmh(a); 59 %
3. li - re; gebremst
4. lateral re
5. HKV bei LE

Abb. 73: Fallgr.C, F.53



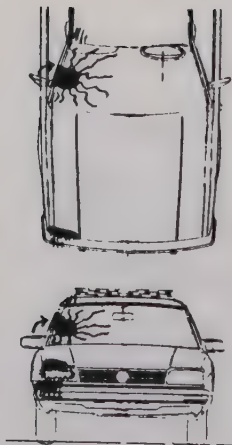
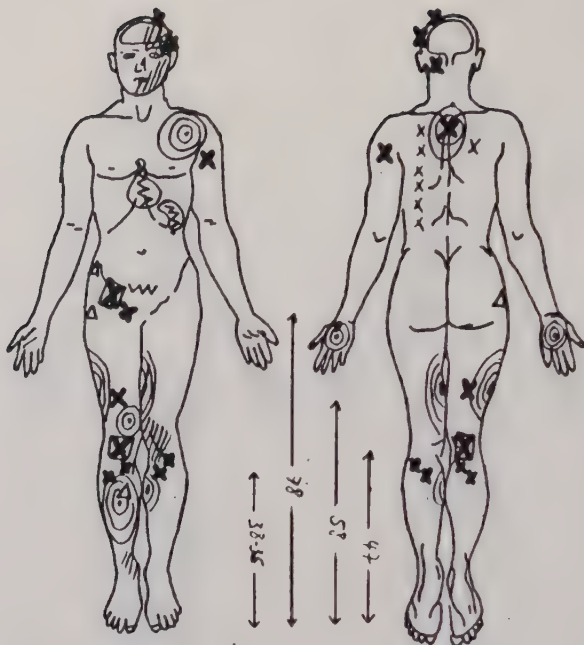
1. 82J.; ♂; 164 cm; 45,6 kg
2. ? ; 67 %
3. li - re; gebremst
4. lateral re / frontal
5. ZL

Abb. 74: Fallgr.C, F.27



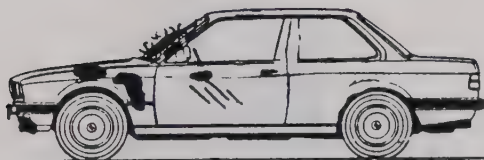
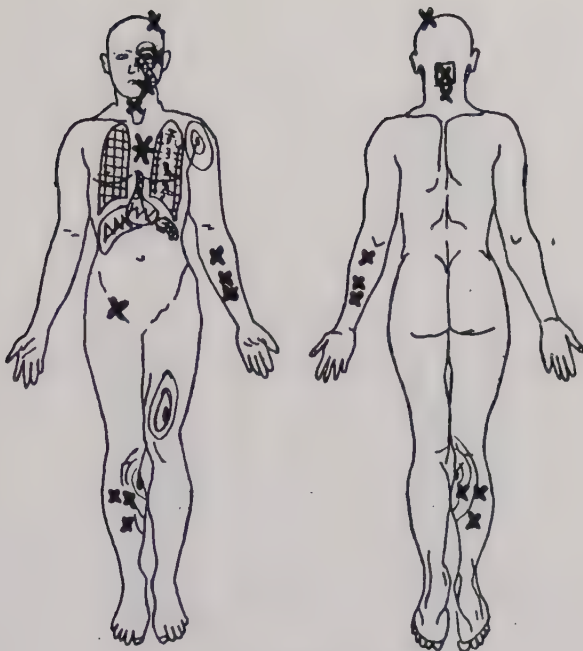
1. 47J.; ♀ ; 157 cm; 52,0 kg
2. ? ; 71 %
3. re - li; gebremst
4. lateral li
5. ZL
6. Wurfweite: 30 m

Abb. 75: Fallgr.C, F.29



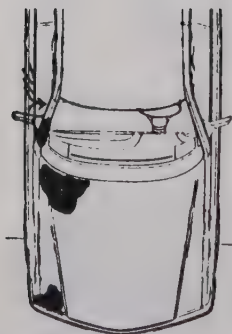
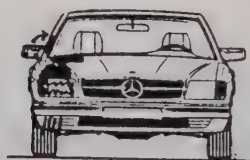
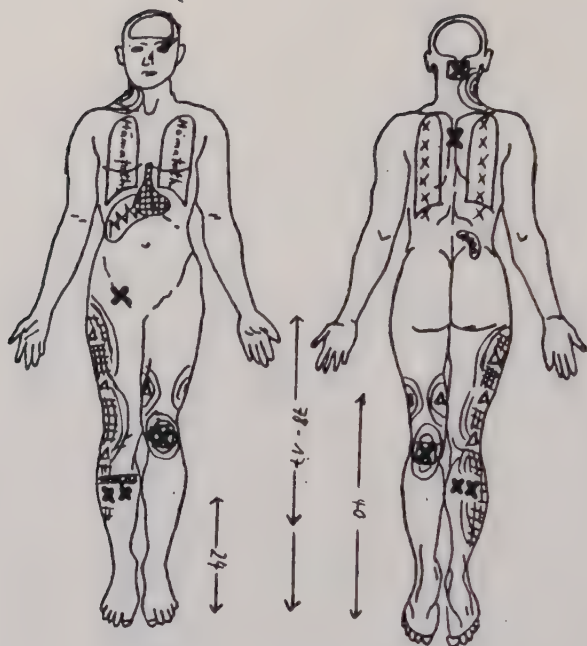
1. 49J.; ♂ ; 161 cm; 69,0 kg
2. ? ; 65 %
3. entgegen Fahrtrichtung; ?
4. frontal
5. ZL
6. massive Blutaspiration

Abb. 76 Fallgr.C, F.51



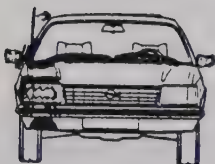
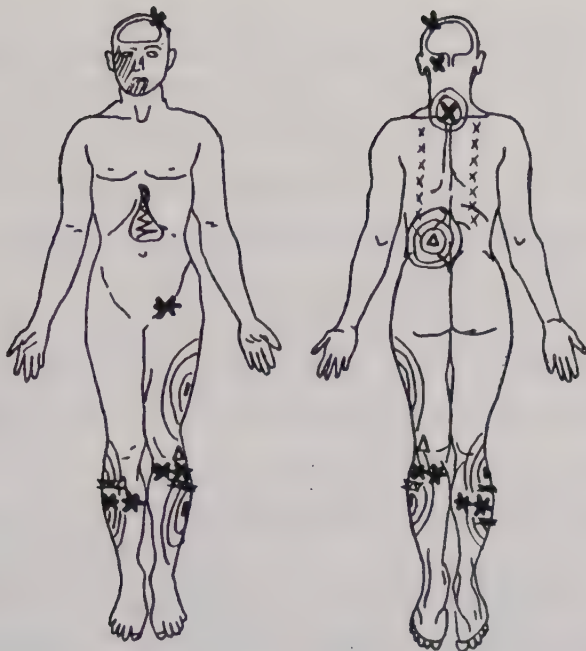
1. 84J.; ♂ ; 160 cm; 69,0 kg
2. ? ; 71 %
3. re - li; gebremst
4. re Bein innen erfaßt, li Bein
und Körper gg. Seite des PKW
5. ZL
6. Streifstoß; knöch. Brustkorb
zertrümmert

Abb. 77: Fallgr.C, F.19



1. 69J.; ♀ ; 150 cm; 65,7 kg
2. ? ; 67 %
3. re - li; gebremst
4. lateral re
5. ZL

Abb. 78: Fallgr.C, F.47



1. 82J.; ♂; 163 cm; 62,4 kg
2. ? ; 65 %
3. re - li; gebremst
4. lateral li
5. HV bei Herzbeutel-tamponade
6. Fg schob auf re Seite ein
Fahrrad; Kopf- u. Brustverl.
vom Aufschlag auf Fahrbahn

Abb. 79: Fallgr.C, F.35

Auswertung:

Auch in dieser Fallgruppe wurden fast immer Hämatome und in etwa der Hälfte der Fälle Wundtaschen bzw. Ablederungen oder auch Riß-/Platzwunden festgestellt.

Kopf- und Halsregion: Nach dem Unterschenkel ist der Kopf die am zweithäufigsten betroffene Körperregion. 11x kam es zur Durchtrennung der Kopfschwarte, 15x zu einer Gehirnblutung und 17x zur Quetschung des Gehirns. Zu kombinierten Schädeldach- und -basisbrüchen führten 13 Unfälle; als Ausnahmen war 4x nur die Basis alleine betroffen. Der Gesichtsschädel frakturierte in 5 und der Kiefer in 4 Fällen. Am deutlichsten war der Fußgänger in Fall 19 betroffen, bei dem neben Mittelgesichts-, Kiefer-, Schädeldach- und -basisbrüchen auch noch die Zungenbeinhörner und das Kehlkopfhorn zerbrachen. Auch Zähne wurden in 3 Fällen ausgeschlagen.

Im Halsbereich kam es jeweils 6x zu einer Zerreißung des Atl.- occip.- Gelenkes und zu einer Halswirbelfraktur. Die Wirbelsäule brach 4x in diesem Körperbereich.

Thorax und Abdomen: Am häufigsten (12x) konnte hier die Lungenkontusion beobachtet werden, die Herzquetschung nur halb so oft. Zur Ausbildung einer Schocklunge kam es nur in 4 Fällen. Rupturen traten an der Milz 8x, Aorta und Leber je 7x und an der Niere 5x auf. In Fall 20 rupturierte sogar das Dünn- und Dickdarmgekröse.

Am knöchernen Thorax frakturierte die Brustwirbelsäule 6x und das Brustbein 4x. Der einseitige Rippen-serienbruch trat 9x und der beidseitige 8x auf. In 3 Fällen brachen die Rippen auch einzeln. Die massivste Zertrümmerung des knöchernen Brustkorbes passierte in Fall 19. Zum Hämatothorax kam es in 8 Fällen, meist durch An- oder Durchspießung von Rippen. Hervorzuheben als Besonderheit ist hier Fall 46, der beweist, daß ein Hämatothorax auch ohne sonstige Brustverletzungen möglich ist.

Es kam zu keinen Schlüsselbein- oder sonstigen Frakturen im Schultergürtel.

Beckenregion: Das Ilio-Sacralgelenk war genauso wie der Schambeinast je 8x betroffen, die Beckenschaufel 2x. Frakturen im restlichen Bereich des knöchernen Beckens wurden 5x beobachtet. In Fall 43 wurde ein rechtsseitiger Leistenbruch bei der Sektion festgestellt, wobei jedoch ungeklärt blieb, ob dieser nicht schon vor dem Unfallereignis bestand.

Extremitäten: In über der Hälfte der Fälle (je 17x) traten Schienbein- und Wadenbeinfrakturen, zu 89 % kombiniert und in 11 % (= 2 Fälle) als Einzelbrüche, auf. Hierbei lagen in Fall 21 und 35 der Bruch von Tibia und Fibula, in Fall 53 nur der zertrümmerte Tibia offen vor. Gleich beide Unterschenkel waren bei 5 verunfallten Fußgängern gebrochen. Zur Durchspießung bei

der Fraktur kam es in Fall 47; ein Bieungskeil bildete sich in Fall 9. Das Kniegelenk war insgesamt 4x zerrissen, wobei in Fall 46 gleich beide betroffen waren. Das Sprunggelenk war nur in Fall 65 gesprengt.

Zu Frakturen im Oberschenkel kam es 8x, wovon 1x der Schaft und 2x der Hals betroffen waren. In Fall 51 kam es hier zur Keilbildung.

Die oberen Extremitäten waren mit 13 Frakturen auch recht häufig betroffen. In Fall 20 lag ein offener Oberarmbruch vor und in Fall 57 kam es zur Zerreißung des Ellenbogengelenkes.

Diskussion:

In dieser Fallgruppe führten je 15x die Zentrale Lähmung und das Herz-/Kreislaufversagen zum Tode, nur 2x die Lungenentzündung, sowie in Fall 9 das Atemversagen nach einer Fettembolie. Dafür dürften in erster Linie die hohe Anzahl der schweren Schädel- und Gehirntraumen, sowie für die Herz-/Kreislaufversagen die vielen Rupturen und Kontusionen der inneren Organe, welche häufig zu einem Verbluten nach innen führen, verantwortlich sein.

Überwürfe von Fußgängern traten etwa ab 40 km/h auf, die erste Halswirbelsäulen-, wie auch Unterschenkel-Fraktur ab 45 km/h und die erste Luxation des Atl.-occip.-Gelenkes ab über 50 km/h.

Die extrem hohe Überzahl der männlichen Vertreter im

Kollektiv dieser Gruppe dürfte mehr zufällig bedingt sein (Vorteil der Männer höchstens durch größeres Körperwachstum bedingt).

Die Beschädigungen der Fahrzeugfrontstrukturen sind meist recht gering. Splitterungen der Windschutzscheibe traten in 21 Fällen auf. Bei der Aufteilung des Anstoßes mit Auftreten einer Splitterung in über 65 % und ≤ 65 %, läßt sich kein Absinken oder Steigen der Splitterneigung erkennen.

VI. Vergleich und Diskussion der Fallgruppen; Ergebnisse

1. Art und Häufigkeit bestimmter Verletzungen:

Im Gruppenvergleich kann generell ein deutliches Ansteigen der Verletzungsschwere ab Kollisionsgeschwindigkeiten von 40 km/h beobachtet werden.

Bei den Schädelverletzungen, hauptsächlich den knöchernen, liegt die Fallgruppe B an der Spitze. Es traten fast immer kombinierte Schädeldach- und -basisbrüche auf (in Gruppe A nur!), in Gruppe B und C je 4 isolierte Basisfrakturen und in Gruppe B ausserdem ein isolierter Bruch des Schädeldaches. Dicht folgen der Gruppe B die beiden anderen Fallgruppen jedoch bei den Weichteilverletzungen des Schädels, wie den Gehirnbloodungen, Kopfschwartendurchtrennungen und Gehirnkontusionen (wo sie fast gleichauf liegen). MAROSEK (12) erarbeitete in einer theoretischen Arbeit, daß die Belastungen, hier des Kopfes, eine quadratische Funktion des Abstandes des jeweiligen Schwerpunktes von der Drehachse sind. In der Realität wirkt sich dies jedoch nicht so auf die Verletzungen aus, da mit steigendem Abstand der Kopf zwar stärker, aber nicht mehr auf so gefährliche und harte Fahrzeugstrukturen aufschlägt (Vergleich Fallgruppe B und C).

Ähnlich verhält es sich auch im Halsbereich, wo es in

der Fallgruppe C fast gleichmäßig oft zu Frakturen im Wirbel-, Wirbelsäulenbereich und Atl.- occip.- Gelenk kam. In Gruppe A traten hier überhaupt keine Verletzungen auf, was zeigt, daß die Scher- bzw. Zug- und Biegebelastungen im Halsbereich hier nicht den kritischen Bereich überschreiten. Anders jedoch in der Fallgruppe B, wo das Atl.- occip.- Gelenk eindeutig am häufigsten (von allen Fallgruppen) betroffen war. Es muß aber beachtet werden, daß das Fußgängerkollektiv in dieser Arbeit hauptsächlich lateral angefahren wurde und Kräfte quer zur Körperlängsachse in diesem Bereich am deutlichsten Verletzungen hervorrufen: Ein sehr schneller Stoß quer zum Rumpf schert die Halswirbelsäule, wegen der trägen Masse des Kopfes, ab. Bei langsamer Belastung treten Zug- und Biegekräfte hinzu. Im Bereich des knöchernen Thorax frakturierte die Brustwirbelsäule in Gruppe B fast 3x so häufig als in den beiden anderen Gruppen. Bei dem Brustbein und den Rippen konnte dies nicht beobachtet werden. Die Häufigkeit der Rippenserienbrüche ist in Fallgruppe A am häufigsten, hier sogar bemerkenswerterweise der einseitige, während sich in den beiden anderen Gruppen der einseit. und beidseitige Reihenbruch annähernd die Waage halten. Frakturen einzelner Rippen traten nur in 3 Fällen der Gruppe C auf.

Der Hämatothorax konnte in keiner auffälligen Ver-

teilung beobachtet werden, da er eine Folge der Verletzungen in seiner näheren Umgebung ist.

Ein Bruch des Schlüsselbeines fand sich nur in Fallgruppe B, wie auch einmal ein Bruch im Bereich des restlichen Schultergürtels.

Die oberen Extremitäten frakturierten in der Gruppe C in fast der Hälfte, in den beiden anderen Gruppen nur etwa einem Drittel der Fälle. Inwieweit dies durch den Kontakt mit dem Fahrzeug oder bei dem Aufschlag auf den Boden passiert ist, kann hier nicht beantwortet werden. Es scheint jedoch die Höhe der Drehachse beim Primärstoß (Abbau von Rotationsenergie) mit von Einfluß zu sein.

Von den inneren Organen war die Lunge von allen Gruppen am häufigsten betroffen und zwar durch Kontusion. Das Herz war nur vereinzelt in dieser Weise betroffen. Zu Rupturen an der Aorta und Leber kam es jeweils in Gruppe B und C in etwa einem Fünftel der Fälle (in Gruppe A nur je 1x). Die Zerreißung der Aorta dürfte hauptsächlich durch den Zug des Herzens (Fliehkraftbelastung) beim Unfall verursacht sein. Für die Stabilität der Leber muß bezüglich einer dynamischen Kräfteinleitung (in vitro) nach BAUDER (13) bedacht werden, daß sie eine Funktion der Leberdicke, des Bindegewebsanteiles und schließlich des Lebensalters ist. Die Leber eines 15-jährigen benötigt bei 10 ms

Krafteinwirkungsdauer 2500 N, die Leber eines 80-jährigen nur 1500 N. Im Kollektiv dieser Arbeit überwiegen Fußgänger ab Rentenalter. Selbstverständlich sind in vivo neben dem Alter, die Richtung sowie Stärke der Krafteinleitung und die Eigenschaften der Bauchwand nach Dicke, Muskelanteil und Muskelspannung von Einfluß. Von den restlichen parenchymatösen Organen waren die Milz, gefolgt von der Niere, in der Fallgruppe C deutlich am häufigsten rupturiert. Zu Rissen im Zwerchfell kam es in nur einem Fall der Gruppe B. Im Bereich des Abdomens kann bei tiefem Anstoß (Fallgr.C) ein Absinken der Zahl von Stoßverletzungen im Unterbauch beobachtet werden. Unerwartet hoch ist hier dafür die Zahl der Verletzungen im Oberbauch.

Das knöcherne Becken frakturierte in knapp einem Drittel der Fälle von Gruppe A, knapp zwei Drittel der Fälle in Gruppe B und sogar über zwei Drittel der Fälle in Gruppe C. Am häufigsten war das Darmbein-/Kreuzbein-Gelenk und die Schambeinäste betroffen. Das Absinken der primären Anstoßstelle führt also nicht zu einem besseren Schutz vor Verletzungen in diesem Bereich.

Erwartungsgemäß häufig sind die unteren Extremitäten durch Weichteilverletzungen und Frakturen geschädigt worden. Während vom Oberschenkel in Fallgruppe B hauptsächlich der Schaft frakturiert war (entsprechend der Stoßstangenhöhe), lagen die Brüche in der Gruppe C

hauptsächlich im mittleren Bereich des Oberschenkelknochens (entsprechend der Fronthaubenhöhe). Femurkopf-, -hals und -kondylenbrüche sind allgemein recht selten. Spitzenreiter in ihrer Häufigkeit sind in allen Gruppen die Frakturen im Bereich des Unterschenkels. Jeder zweite getötete Fußgänger in Gruppe C und sogar in Gruppe A wies ein frakturiertes Schien- und/oder Wadenbein auf, in Gruppe B nur etwa jeder dritte. Brüche dieser beiden Knochen traten teilweise auch einzeln auf (insgesamt 6x), in der Mehrzahl jedoch gemeinsam und mit einer Wahrscheinlichkeit von 10 % gleich an beiden Unterschenkeln. Das Knie war bei tiefem Anstoß 4x frakturiert, bei etwas höherem Anstoß nur noch 2x. Bemerkenswert ist auch, daß das Sprunggelenk oder der Fuß in Fallgruppe C nur ein einziges Mal, in Fallgruppe B jedoch ganze 5x brach. Bei der für diese Unfallart typischen Querbelastrung des Knochens trat nur in 5 Fällen, von insgesamt 106 Frakturen im Bereich der unteren Extremität, das keilförmig aus-sprengte Knochenfragment auf.

2. Anstoßstellen und Mechanik:

Die Charakteristik jeder einzelnen Verletzung liefert eine Aussage bezüglich ihres Entstehungsmechanismus. Erst bei Kenntnis von gesicherten Anprallstellen ist eine korrelierende Zuordnung möglich. Erleichtert wird dies, wenn der Verletzungsverursachende Gegenstand Rückstände des menschlichen Körpers oder der Kleidung aufweist, wie z.B. Haare, Stoffreste usw.. Zu nennende Anstoßstellen sind u.a. die

- Stoßstange: Ihre Breite liegt zwischen 10 und 25 cm, wobei die Form, ob gewölbt, rechteckig oder mit Gummiauflage, unberücksichtigt bleibt. Der Anprall des Fußgängers hinterläßt an ihr meist eine Deformation, Kratzspur oder einen Stoffabdruck. Die Höhe, in der die Stoßstange am Fahrzeug angebracht ist, variiert je nach Typ zwischen 30 und 60 cm (beim Bremsvorgang tritt die Frontpartie jedoch mehrere cm tiefer). Beim Verletzten ist diese Höhe fast immer recht deutlich durch Weichteilläsionen (zu 91 % Hämatome und Schürfwunden) im Unterschenkel- bis Kniebereich markiert. Die Stoßstangenhöhe und die resultierende Frakturhöhe korrelieren nicht immer (je weiter distal vom Kniebereich , desto seltener), auch muß die Stoßstange nicht immer Verletzungen setzen, wie es die Fälle 54 (aus

Gr. B), 2, 17, 62 u. 30 (aus Gr. C) beweisen. Daß diese Fälle alle im Kollisionsgeschwindigkeitsbereich 40 - 50 km/h liegen, kann zufällig oder unfallmechanisch bedingt sein, was hier nicht geklärt werden kann.

- Fronthaube: Im Fallgruppenvergleich stellt sich heraus, daß bei ihr vor allem die Form des vorderen Abschlusses verletzungsbestimmend ist. Je keilförmiger die Fahrzeugfront, desto verletzungssicherer die Fronthaube. Auch die immer glatteren Fahrzeugkonturen neuerer Autotypen senken die Gefährdung des Fußgängers beim Aufschlag auf die Fronthaube. Mitbestimmend ist auch die Verformbarkeit an der jeweiligen Aufschlagstelle. Diese ist dann markiert durch Deformation, Wischspur und/oder Blutspritzer.
- Windschutzscheibe und ihr Rahmen: Hier führt der Anprall zu einer Zerstörung, Spinnenform, Blut- und Haut- bzw. Haarrückständen und im Bereich des Rahmens, wenn dieser mit erfaßt wird, zu einer Deformation. Splitterungen der Windschutzscheibe sind in allen Fallgruppen recht häufig zu finden. Ihre Abhängigkeit zur Anstoßhöhe (in Relation zum Körperschwerpunkt) veranschaulicht folgendes Schema (Fallgr. B und C wurden jeweils noch einmal unterteilt):

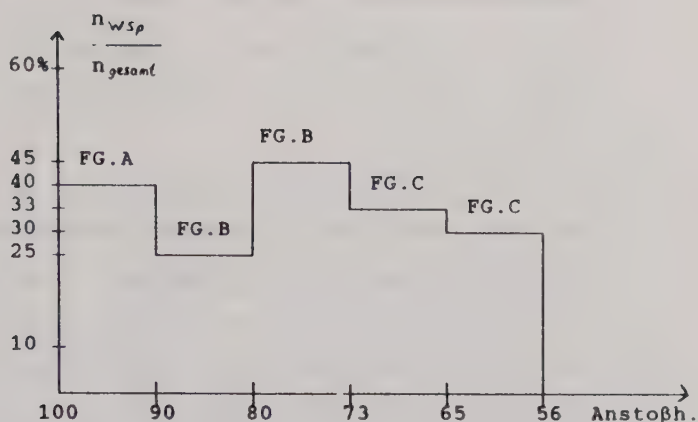


Abb. 80: Prozentuales Auftreten von Windschutzscheibensplitterungen in versch. Anstoßhöhenbereichen

Der relativ hohe Wert der Fallgruppe A ist durch die Nähe der primären Anprallfläche (der meist kastenförmigen Fahrzeuge) zur Windschutzscheibe erklärt. In der Fallgruppe B kommt es bei einer Anstoßhöhe über 80 % noch recht deutlich zur Umwicklung des Fahrzeugbugs (wobei die Scheibe noch kaum in den gefährdeten Bereich des sekundären Aufpralls gerät). Erst unter 80 % kommt es zu einem so starken Drehimpuls und damit zu einer Anhebung des Schwerpunktes, daß der Kopf durch die Windschutzscheibe geschleudert wird; meist mit tödlichen Folgen, wie es die Fallgruppe B beweist. Höchst gefährlich ist auch die

Scheibeneinfassung, da sie durch ihre starre Struktur und scharfen Kanten (die Regenrinne am A-Holm inbegriffen) oft massive Verletzungen herbeiführt.

In der Fallgruppe C mit tiefem Anstoß ist die Zahl der Unfälle mit Windschutzscheibenbeschädigung dann wieder deutlich niedriger. Dies dürfte auf die glatteren Fahrzeugkonturen (mit nicht so steil stehender Wss.) der meist keilförmigen Fahrzeuge in dieser Gruppe und auch auf eine ausgeprägtere Schwerpunktanhebung, die den Fußg. (unter Drehung) über die Dachkante heben kann, zurückzuführen sein.

In der Abbildung 81 wird die Kollisionsgeschwindigkeitsverteilung bei Unfällen mit Windschutzscheibensplitterungen (n_{Wsp}) im Verhältnis zu der im Gesamtkollektiv (n_{gesamt}) gezeigt (siehe nächste Seite).

Die in Klammern gesetzten Werte sollen anzeigen, daß in diesen Geschwindigkeitsbereichen nur ein oder zwei Fälle vorliegen und somit diese Werte nicht verallgemeinert werden sollten. Zu erkennen ist jedoch, daß bei Kollisionen zwischen 30 und 80 km/h Beschädigungen der Windschutzscheibe immer wahrscheinlicher werden.

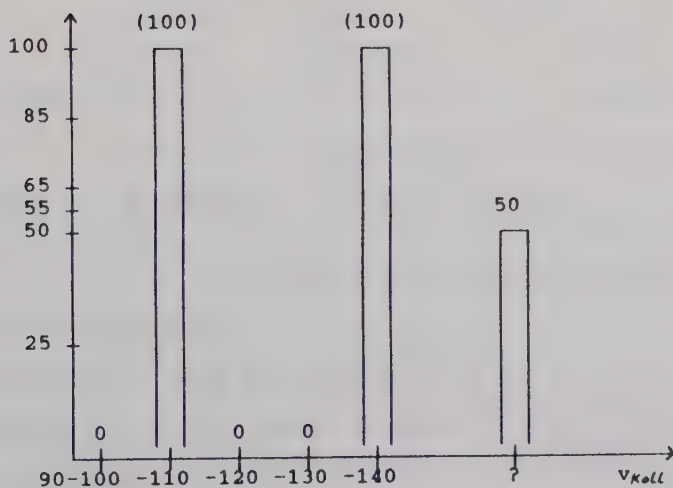
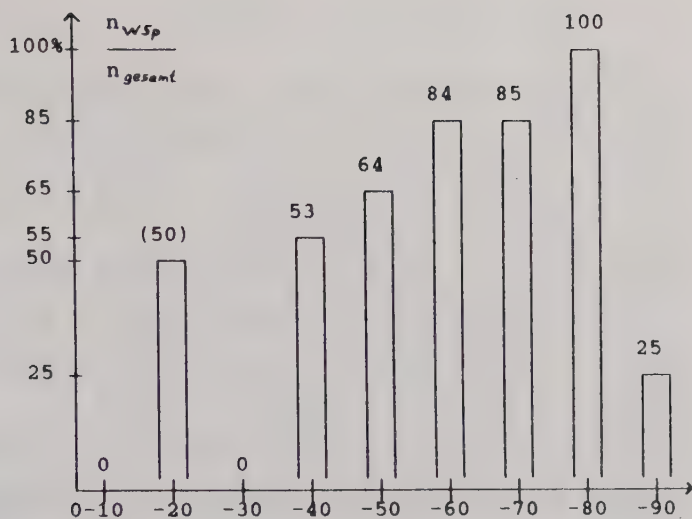


Abb. 81: Abhängigkeit der Windschutzscheiben-
splitterungen von der Kollisionsge-
schwindigkeit

VII. Vergleich zu simulierten Unfällen

Tatsächlich ereignete Fußgänger - PKW - Unfälle lassen sich mit Dummies und auch mit Leichen im Versuch nachfahren. Die Zahl der mit Leichen durchgeführten Simulationen ist jedoch noch sehr gering.

Charakterisiert sind die Unfallbedingungen im wesentlichen durch die Kollisionsgeschwindigkeit, die erste Anprallstelle des Fußgängers gegen das Fahrzeug und die Endlage von Fußgänger und Fahrzeug. HEGER und APPEL (14) haben im Rahmen des Kooperationsverbandes Biomechanik an der TU Berlin solche Versuche unternommen und auf ihre Korrelationsmöglichkeiten zum realen Unfallgeschehen hin untersucht. Sie mußten zum Teil erhebliche Streuungen zwischen Dummy- und Leichenversuchen, wie auch zum realen Unfall, bei sonst gleichen Kollisionsparametern feststellen..

Diese Abweichungen sind auf geringfügig unterschiedliche Anprallstellen und damit stärkeren Auswirkungen auf den Bewegungsablauf und letztlich auf die Aufprallstellen (mit unterschiedlichen Steifigkeiten) zurückzuführen. Auch kann der Fußgänger nicht immer durch den Dummy richtig dargestellt werden, da oft die Geometrie, die Massen und vor allem die seitliche Beweglichkeit zu unterschiedlich sind. Das in den Versuchsbedingungen (entsprechend dem häufigsten Auftreten in der Realität)

praktizierte seitliche (in einem Winkel von 90 Grad) Anfahren führt mit den hier zu ungenügend verformbaren und nachgiebigen heutigen Fußg.-Dummies (eng verwandt mit dem Hybrid II - Typ) zu nicht typischen Reproduktionen, besonders im Bewegungsablauf. Im Gegensatz dazu sind die Leichen nachgiebiger als die realen Unfallopfer, da bei Leichen ein Muskeltonus oder gar eine reflexartige Verspannung der Muskeln nicht vorhanden ist, die in realen Unfällen durch das plötzliche Wahrnehmen der Gefahrensituation vor der Kollision aber durchaus erfolgen kann. Aus den genannten Gründen wurden auch bei allen Leichenversuchen ein wesentlich anderer Bewegungsablauf als beim entsprechenden Dummy-Versuch beobachtet. Es zeigte sich, daß die Orte des Kopfaufpralles in den Leichenversuchen durchgehend weiter von der Fahrzeugfront entfernt sind, als im realen Unfall und in den Dummy-Versuchen, obwohl die Körpergrößen der Leichen zum Teil übereinstimmend, die der Dummies immer wesentlich über der des verunglückten Fußgängers lagen.

Unterschiede im Beschädigungsbild am Fahrzeug wurden auch zwischen realen Unfall und Dummy-Versuch deutlich; im Dummy-Versuch sind die stärkeren Verformungen festzustellen.

Aus obigen Abhandlungen wird deutlich, daß es heute bei simulierten Unfällen noch nicht gelingt, gleichzeitig

alle aus dem realen Unfall bekannten Größen nachzubilden. Dadurch, daß die Anprallstellen in Versuchen und im realen Unfall nicht an der gleichen Stelle liegen, wird die Art und Schwere des Aufpralles beeinflußt. Geringe Abweichungen der Anprallstelle können dabei eine große Wirkung haben, da die örtlichen Steifigkeiten gerade in dem Bereich des Kopfaufpralles stark variieren.

VIII. Schlußbemerkungen

Durch die detaillierte Analyse von Verletzungs- und Beschädigungsmustern bei Fußgänger - PKW - Unfällen sollen die erarbeiteten Ergebnisse eine wertvolle Grundlage bei der forensischen Begutachtung von Fußgängerunfällen und in der diesbezüglichen Unfallforschung darstellen.

Die Industrie bemüht sich durch konstruktive Maßnahmen " fußgängerfreundliche Fahrzeuge " zu entwickeln, sodaß sich auch deshalb die Fahrzeugkonturen der gegenwärtig gebräuchlichen Typen in den letzten Jahren geändert haben. Deshalb sind immer wieder aktuelle Untersuchungen erforderlich. Die Analyse realer Unfälle und der dabei entstehenden Verletzungen, wie auch Beschädigungen, ist eine der wesentlichen Grundlagen für diese Entwicklung.

In dieser Arbeit wurden an einem beschränkten Kollektiv hauptsächlich Unfälle untersucht, bei denen der Fußgänger vom PKW frontal voll getroffen wurde. Einer eigenen Untersuchung bedürfen zweifellos Streifstöße, über die bisher noch keine mathematischen Modellbetrachtungen oder Simulationen vorliegen. Es ist auch noch anzumerken, daß das Untersuchungsgut sicherlich keinen repräsentativen Querschnitt verunglückter Fußgänger darstellt, da es sich nur um Unfälle mit tödlichem

Ausgang handelt. Eine Ergänzung dieser Untersuchungen mit klinischem Material scheint vonnöten. Auch muß mit einer Oberalterung im Kollektiv gerechnet werden (siehe Abb. 2), weil sich der ältere Mensch am häufigsten zu Fuß im Straßenverkehr bewegt und bekanntlich seine Letalität relativ hoch ist. Unbeachtet blieb weiterhin die Leistungsdisposition des Fußgängers, welche wesentlich seine Verkehrstüchtigkeit bestimmt und aus den Einzelfaktoren Krankheit (akut bzw. Vorerkrankungen), Ermüdung, biologische Rhythmik, Psyche, Alkoholisierung und Arzneimittelwirkung besteht. Erwähnenswert unter den Vorerkrankungen sind Gangbehinderungen, Behinderungen der sinnlichen Wahrnehmungen, sowie altersatrophische Hirnveränderungen aufgefallen. Bei den jüngeren bis älteren Männern spielt die überhöhte Alkoholbeeinflussung eine dominante Rolle.

In der vorliegenden Arbeit wurden auch die Grenzen einer Einbeziehung von Verletzungen in die Unfallrekonstruktion aufgezeigt. Die Zuordnung von Verletzung und verletzungsverursachendem Teil muß kritisch und auf den Einzelfall bezogen vorgenommen werden. Dabei kann die Verletzungsart und -lokalisation in Verbindung mit den technischen Unterlagen Hinweise auf die Anstoßstelle und u.U. auf den Bremszustand des Fahrzeuges liefern. Aus der Kenntnis der Kombination von Verletzungen beider Extremitäten kann u. Umständen auf den Gehzustand

(stehend, gehend, Standbein) und an den verschiedenen Körperregionen, in Verbindung mit der Beulenkonfiguration am Fahrzeug, auf den Bewegungsablauf des verunfallten Fußgängers geschlossen werden. Das Auftreten eines Knochenbruches hängt wesentlich von der Anstoßgeschwindigkeit und von der Stoßflächenform, weniger von individuellen Daten (wie Knochenfestigkeit, Stellung des Beines oder Anfahrrichtung) ab.

Liegen gesicherte Kenntnisse über das Zustandekommen der Unfallverletzungen vor, so kann der Prävention durch Forschung an Sicherheitsautos Rechnung getragen werden. Hier wären besonders zu nennen: Verlängerung oder Verkürzung der Haube (kann auch durch Vor- oder Zurückversetzen der Stoßfänger erreicht werden), Gestaltung des Vorderwagens mit Schutzelementen für Fußgänger (realisierbar durch Integralschaum) und Abpolsterung von Dachkanten und A-Pfosten (sowie Regentrinnen).

IX. Zusammenfassung

Die Kenntnis der beim Fußgänger - PKW - Unfall entstehenden Verletzungsmuster, Beschädigungsbilder und der Zusammenhänge mit der Mechanik des Kollisionsvorganges ist von vielschichtiger Bedeutung, sowohl für Unfallrekonstruktion, Forensik und kurative Medizin, als auch für biomechanische Grundlagenforschung und Fragen der Verkehrssicherheit.

Zusammenfassend kann festgestellt werden:

- 1) Unter Hinzuziehung von Obduktionsprotokollen, Gerichtsakten (einschließlich Gutachten von Sachverständigen) und technischen Typenblättern wurden 76 Fußgänger - PKW - Unfälle bezüglich des Unfallherganges, der Beschädigungsbilder und Verletzungsmuster analysiert. Es wurden nur Fälle mit hauptsächlich frontalem Anprall, sich in aufrechter Körperhaltung befindender Fußgänger, beachtet.
- 2) In die vorliegende Arbeit wurde die Gruppeneinteilung, wie sie in ähnlichen Arbeiten vorgefunden wird, nicht übernommen. Da die Fahrzeugkonturen der gegenwärtig gebräuchlichen Typen immer glatter, aerodynamischer und keilförmiger werden, sowie der VW - Käfer - Typus immer weniger das Straßenbild prägt, wurde nur noch nach der primären Anstoßhöhe

in Relation zur Körperschwerpunktshöhe des verunfallten Fußgängers unterschieden. Hierbei konnten auch schon das Tiefertreten der Fahrzeugfront bei einem etwaigen Bremsvorgang, sowie die unterschiedlichen Körpergrößen der Verunfallten berücksichtigt werden. Beides sind Parameter, die den Bewegungsablauf nach einer Kollision beeinflussen.

3) Die Untersuchung brachte folgende Ergebnisse:

- a) Bei der einfachen Unfallmechanik der Fallgruppe A erstrecken sich Weichteilverletzungen und Frakturen über die gesamte Körperlänge. Am exponiertesten sind Kopf, Thorax, Becken und Unterschenkel. Hier ist der einseitige Rippenbruch im Vergleich zu den anderen Fallgruppen am häufigsten zu finden.
- b) In der Fallgruppe B sind zwei Drittel der Verunfallten an 'Zentraler Lähmung' gestorben. Diese Tatsache weist auf die vielen Kopf- und Wirbelsäulenverletzungen hin. Diese dürften zum einen durch den Anprall auf recht steife Fahrzeugstrukturen und zum anderen durch die starken Scher- und Zugkräfte, die besonders auf das Atl.-occip.-Gelenk und die Brustwirbelsäule einwirken, bedingt sein. Durch die Umwicklung der Frontschürze kommt es auch öfters zu Frakturen im Fuß- und Sprunggelenkbereich. Beachtung verdient

auch die Tatsache, daß es, obwohl in dieser Fallgruppe der untere Beckenbereich in der primären Anprallzone liegt, weniger Beckenbrüche gab, als bei tiefem Anstoß.

c) Kopf- und Wirbelsäulenverletzungen treten bei tiefem Anstoß (Fallgr. C) deutlich seltener auf, als in Fallgruppe B. Auch die Auswirkungen durch Scherkräfte sind deutlich schwächer ausgeprägt, jedoch müssen die inneren Organe hohe Zugkräfte aushalten. Die hohe Anzahl an Rupturen beweist dies. Durch den relativ großen Abstand der Drehachse vom Körperschwerpunkt in dieser Fallgruppe muß viel Rotationsenergie abgebaut werden. Die vielen Brüche der oberen Extremität mögen dadurch zumindest teilweise bedingt sein. Erwartungsgemäß traten in der Fallgruppe C die meisten Ober- und Unterschenkelfrakturen, sowie Brüche im Kniebereich, auf.

- 4) Am häufigsten in sämtlichen Fallgruppen und von allen inneren Organen war die Lunge gequetscht.
- 5) Das Absinken der primären Anstoßstelle führt nicht zu einem besseren Schutz vor Verletzungen im Abdomen- und Beckenbereich. Besserer Schutz ist jedoch für die Brustwirbelsäule und den Kopf gewährleistet.
- 6) Bei einem tiefen Anstoß werden die Fußgänger häufiger und auch schon bei niedrigeren Kollisionsge-

schwindigkeiten über Fahrzeugdachhöhe geschleudert.

- 7) Lange Fronthauben mit einem abgerundeten vorderen Abschluß mindern deutlich die Verletzungsschwere.
- 8) In dem Anstoßhöhenbereich 80 - 73 % treten am häufigsten Windschutzscheibensplitterungen auf.
- 9) Bei PKW's mit Kastenform liegt die Windschutzscheibe im primären Kontaktbereich, was eine starke Verletzungsgefährdung für den Kopf bedeutet.

X. Literaturverzeichnis

- (1) Statistisches Bundesamt (HRSRG.)
Statistisches Jahrbuch 1986
Kohlhammer, Stuttgart (1986)
- (2) BRINKMAN B. und PÖSCHEL K.:
Die Verkehrstotenstatistik stimmt nicht.
In: Arztl. Praxis, 26. Jahrg., 1984, Nr. 25
- (3) PFUNDT K., MAIER R.:
Über die Entstehung schwerer Personenschäden bei
Straßenverkehrsunfällen. In: Unfall- u. Sicher-
heitsforschung Straßenverkehr, 1986, Heft 56
- (4) KÖHNEL A., RAU H.:
Fußgänger- u. Zweiradfahrerunfälle. In: Seminar
2135/ Juni 1982, Institut f. Fahrzeugtechnik a.d.
Techn. Universität Berlin
- (5) DÖSCHL R.: Schwerpunktshöhe und Trägheitsmoment des
menschlichen Körpers. Universität München,
Dissertation 1974
- (6) BEIER G.: Anstoßgeometrie und Verletzungsbild beim
tödlichen Fußgänger - PKW - Unfall. In: Beiträge
zur gerichtl. Medizin 31 und 65, 1973
- (7) GLÖCKNER H., APPEL H., KÖHNEL A., STÖRTZ G.:
Pedestrian Safety Vehicle-Design Elements-
Proc. AAAM-Conf. Ann Arbor, 1978
- (8) OTTE B., SUREN E.-G.: Einbeziehung von Verletzungen

- bei der Unfallrekonstruktion. In: Kongreßbericht
1982/ Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenver-
kehr, Heft 36, 1982
- (9) GERSTNER Th., KEMNA H.: Retrospektive Untersuchung
tödlicher Fußgängerunfälle aus dem Raume Nordbaden.
Med. Dissertation, Heidelberg 1980
- (10) KALLIERIS D.: Härtemessungen an frischen menschl.
Knochen. In: Zur Rechtsmedizin 68, 1971
- (11) LISSNER et al. 1960 zit. nach SCHMIDT G.:
Biomechanik der Verkehrsunfallverletzungen
Aus: Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr,
Heft 56, 1986
- (12) MAROSEK H.: Zur Verletzungsmechanik des
Fußgängerunfalles bei schwerpunktsnahe Anstoß.
Dissertation, Universität München, 1976
- (13) BAUDER B.: Die dynam.- mechanische Belastbarkeit
der menschlichen Leber.
Med. Dissertation, Heidelberg, 1986
- (14) HEGER A., APPEL H.: Korrelationsmöglichkeiten von
Unfallgeschehen und Versuch am Beispiel des
Fußgängerunfalles. In: Kongreßbericht 1982 /
Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr,
Heft 36, 1982

XI. Lebenslauf

6. 9. 1957 geboren in München, als Sohn des
Dipl.-Kfm. Heinz Max und seiner Frau
Margit, geb. Lang; 1 Bruder
- 1964 - 1968 Besuch der Volksschule am Lehrer-Götz-Weg
in München
- 1968 - 1978 Mathemat.- naturw. Gymnasium in München
- Sommer 1978 Abitur am Rupprecht-Gymnasium in München;
Beginn des Grundwehrdienstes
- Herbst 1979 Freisprechung als Unteroffizier bei den
Gebirgsjägern in Murnau/Obb.;
- Beginn einer Lehre als Zahntechniker
- Herbst 1982 Abschluß nach verkürzter Lehrzeit mit
der Gesellenprüfung;
- Beginn des Studiums der Zahnheilkunde
an der Ludwig-Maximilians-Universität
München
- Herbst 1983 Naturwissenschaftl. zahnärztl. Vorprüfung
- Frühj. 1985 Zahnärztliche Vorprüfung
- Frühj. 1986 Heirat meiner Frau Andrea, geb. Stadt,
Zahntechnikerin
- Winter 1987 Ablegung des zahnmediz. Staatsexamens
an der Ludwig-Maximilians-Universität,
München
- Approbation als Zahnarzt

